

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 7 月 2 9 日

Fujio AKAHANE, et al. 10/629,899  
METHOD OF PUNCHING SMALL HOLE AND.....  
Darryl Mexic 202-293-7060  
July 30, 2003  
2 of 2

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 2 0 3 1 0 6  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 3 - 2 0 3 1 0 6 ]

出 願 人  
Applicant(s): セイコーエプソン株式会社

2 0 0 3 年 8 月 1 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 J0101696

【提出日】 平成15年 7月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B41J 2/16

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 赤羽 富士男

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 上杉 良治

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 高島 永光

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 羽毛田 和重

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100095728

【弁理士】

【氏名又は名称】 上柳 雅誉

【連絡先】 0 2 6 6 - 5 2 - 3 5 2 8

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100107076

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤網 英吉

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100107261

【弁理士】

【氏名又は名称】 須澤 修

## 【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-221996

【出願日】 平成14年 7月30日

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013044

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0109826

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 微細穴の穿設加工装置、その加工方法およびそれを用いた液体噴射ヘッドの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 上型と下型を用いて金属基板に微細穴を穿設加工する方法であって、上型のポンチにより金属基板に非貫通穴を形成する第 1 工程と、上記第 1 工程により金属基板下側面の非貫通穴に対応する箇所形成された盛り部に対して下型により平坦面を形成させる第 2 工程と、上記平坦面を下型のダイスで支受しながら上記非貫通穴に上型のポンチを落とすことにより貫通穴を形成する第 3 工程とを備えたことを特徴とする微細穴の穿設加工方法。

【請求項 2】 上記第 2 工程において、非貫通穴を上型により上側から支受するようにした請求項 1 記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項 3】 上記第 2 工程において非貫通穴を上側から支受する上型は、非貫通穴を支受するものである請求項 2 記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項 4】 上記第 2 工程において非貫通穴を上側から支受する上型は、非貫通穴および金属基板の上側面を支受するものである請求項 2 記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項 5】 上記第 2 工程において非貫通穴を上側から支受する上型は、第 1 工程で使用されるポンチとは異なるものを用いるようにした請求項 1～4 のいずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項 6】 上記第 2 工程において非貫通穴を上側から支受する上型は、第 1 工程で使用されるポンチと共通のものを用いるようにした請求項 1～4 のいずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項 7】 上記ポンチに抜け勾配を設けた請求項 6 記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項 8】 上記第 2 工程で盛り部に対して平坦面を形成させる下型として、環状の平坦面を形成させるものを用いるようにした請求項 1～7 のいずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項 9】 上記第 2 工程で盛り部に対して平坦面を形成させる下型は

、第3工程で使用されるダイスとは異なるものを用いるようにした請求項8記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項10】 上記第2工程で盛り部に対して平坦面を形成させる下型は、第3工程で使用されるダイスと共通のものを用いるようにした請求項8記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項11】 所定ピッチで多数列設された微細穴を同時に形成させる請求項1～10のいずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項12】 ピッチが0.3mm以下で列設された微細穴を形成する請求項11記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項13】 大きさが0.2mm以下の微細穴を形成する請求項1～12のいずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項14】 微細穴の開口寸法に対する貫通寸法の比が0.5以上の微細穴を形成する請求項1～12のいずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項15】 上記金属基板における塑性加工による加工部に微細穴を形成する請求項1～14いずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項16】 上記貫通穴を形成する第3工程の後に、ポリッシュ加工によるバリ取りを行なう請求項1～15のいずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項17】 上記貫通穴が矩形もしくは円形である請求項1～16のいずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項18】 上記金属基板がニッケル基板である請求項1～17のいずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法。

【請求項19】 圧力発生室となる溝状窪部が列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向を貫通する連通口を形成した金属製の圧力発生室形成板と、前記連通口と対応する位置にノズル開口を穿設した金属製のノズルプレートと、溝状窪部の開口面を封止すると共に、溝状窪部の他端に対応する位置に液体供給口を穿設した金属材製の封止板とを備え、圧力発生室形成板における溝状窪部側に封止板を、反対側にノズルプレートをそれぞれ接合してなる液体噴射ヘッドの製造方法であって、上記圧力発生室形成板の連通口を請求項1～18のいずれか

一項に記載の微細穴の穿設加工方法によって形成するようにしたことを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 20】 金属基板の上面に非貫通孔を形成し、上記金属基板の下面において上記非貫通孔に対応する位置に盛り部を形成するよう構成された上型と、上記盛り部に平坦部を形成するよう構成された下型とを具備して成り、該上型は、上記平坦部が上記下型により支持された状態で上記非貫通孔を打ち抜くことにより上記金属基板に貫通孔を形成するよう構成されることを特徴とする穿設加工装置。

【請求項 21】 上記平坦部が形成される際に、上記非貫通孔の底部が上型により支持される請求項 20 に記載の穿設加工装置。

【請求項 22】 上記平坦部が形成される際に、上記金属基板の上面が上記上型により支持される請求項 21 に記載の穿設加工装置。

【請求項 23】 上記上型は、上記非貫通孔を形成する第 1 の上型と、上記貫通孔を形成する第 2 の上型とを有する請求項 20 に記載の穿設加工装置。

【請求項 24】 上記第 1 上型の幅は、上記第 2 上型の幅よりも大きい請求項 23 に記載の穿設加工装置。

【請求項 25】 上記上型は、上記平坦部が形成される際に上記非貫通孔の底部を支持する第 3 の上型を更に有する請求項 23 に記載の穿設加工装置。

【請求項 26】 上記第 3 上型の幅は、上記第 1 上型の幅よりも小さい請求項 25 に記載の穿設加工装置。

【請求項 27】 上記上型に抜け勾配が設けられている請求項 20 に記載の穿設加工装置。

【請求項 28】 上記下型は、上記平坦部を環状に形成するよう構成される請求項 20 に記載の穿設加工装置。

【請求項 29】 上記下型は、上記平坦部を形成する第 1 の下型と、上記貫通孔が形成される際に上記平坦部を支持する第 2 の下型とを有し、上記第 1 下型は、上記平坦部を画成する第 1 の加工孔を有し、上記第 2 下型は、上記平坦部を支持する部分を画定する第 2 の加工孔を有し、上記第 2 加工孔の寸法は、上記第 1 加工孔の寸法よりも大きい請求項 20 に記載の穿設加工装置。

【請求項 3 0】 上記下型は、上記非貫通孔が形成される際に上記金属基板の下面を支持する第 3 の下型を更に有し、上記第 3 下型は、上記盛上り部が形成される箇所を画成する第 3 の加工孔を有し、上記第 3 加工孔の寸法は、上記第 2 加工孔の寸法よりも大きい請求項 2 9 に記載の穿設加工装置。

【請求項 3 1】 上記上型と上記下型は、複数の貫通孔が同時に穿設されるよう構成される請求項 2 0 に記載の穿設加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、上型と下型を用いて金属基板に直径や長辺が 0. 5 mm 以下程度の円形や矩形等の微細穴を穿設加工する微細穴の穿設加工方法およびそれを用いた液体噴射ヘッドの製造方法に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

液体噴射ヘッドの一例として用いられているインクジェット式記録ヘッド（以下「記録ヘッド」という）は、共通インク室から圧力発生室を経てノズル開口に至る一連の流路を、ノズル開口に対応して複数備えている。そして、小型化の要請から各圧力発生室は、記録密度に対応した細かいピッチで形成する必要がある。このため、隣り合う圧力発生室同士を区画する隔壁部の肉厚は極めて薄くなっている。また、圧力発生室と共通インク室とを連通するインク供給口は、圧力発生室内のインク圧力をインク滴の吐出に効率よく使用するため、その流路幅が圧力発生室よりもさらに絞られている。

【0 0 0 3】

このような微細形状の圧力発生室およびインク供給口を寸法精度良く作製する観点から、従来の記録ヘッドでは、シリコン基板が好適に用いられている。即ち、シリコンの異方性エッチングにより結晶面を露出させ、この結晶面で圧力発生室やインク供給口を区画形成している。

【0 0 0 4】

また、ノズル開口が形成されるノズルプレートは、加工性等の要請から金属基

板により作製されている。そして、圧力発生室の容積を変化させるためのダイヤフラム部は、弾性板に形成されている。この弾性板は、金属製の支持板上に樹脂フィルムを貼り合わせた二重構造であり、圧力発生室に対応する部分の支持板を除去することで作製されている。

#### 【0005】

##### 【特許文献】

特開平9-99557号公報

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記した従来の記録ヘッドでは、シリコンと金属との線膨張率の差が大きいため、シリコン基板、ノズルプレートおよび弾性板の各部材を貼り合わせるにあたり、比較的低温の下で長時間をかけて接着する必要があった。このため、生産性の向上が図り難く、製造コストが嵩む一因となっていた。このため、塑性加工によって圧力発生室を金属製基板に形成する試みがなされているが、圧力発生室が極めて微細であること、および、インク供給口の流路幅を圧力発生室よりも狭くする必要があること等から加工が困難であり、生産効率の向上が図り難いという問題点があった。

#### 【0007】

また、上記各圧力発生室には、圧力発生室とノズル開口とを連通させる連通口を穿設する必要がある。ところが、上記圧力発生室は、細長く微細な溝状凹部を小さいピッチで多数列設する必要がある、上記連通口は、開口寸法が小さい微細穴を上記溝状凹部の底部に小さいピッチで多数列設する必要がある。したがって、極めて加工が難しく、高い精度で加工することが困難で、生産効率の向上が図り難いという問題点があった。

#### 【0008】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、塑性加工により微細穴を精度よく形成することができる微細穴の穿設加工方法およびそれを用いた液体噴射ヘッドの製造方法の提供を目的とする。

#### 【0009】



**【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するため、本発明の微細穴の穿設加工方法は、上型と下型を用いて金属基板に微細穴を穿設加工する方法であって、上型のポンチにより金属基板に非貫通穴を形成する第1工程と、上記第1工程により金属基板下側面の非貫通穴に対応する箇所形成された盛上り部に対して下型により平坦面を形成させる第2工程と、上記平坦面を下型のダイスで支受しながら上記非貫通穴に上型のポンチを落とすことにより貫通穴を形成する第3工程とを備えたことを要旨とする。

**【0010】**

すなわち、本発明の微細穴の穿設加工方法は、上記第1工程により金属基板下側面の非貫通穴に対応する箇所形成された盛上り部に対して下型により平坦面を形成させる第2工程を備えている。そして、第3工程において、上記平坦面を下型のダイスで支受しながら上記非貫通穴に上型のポンチを落とすことにより貫通穴を形成する。このように、第2工程で形成された平坦面を下側からダイスで支受しながらポンチで貫通穴を形成させることから、第3工程の貫通穴を形成させるときに、金属基板が安定し、ねらった位置に第3工程のポンチを落とすことができる。したがって、第1工程で形成された非貫通穴に第3工程のポンチが精度よく落とされ、精度の良い微細穴の加工を行なうことができる。また、第1工程の非貫通穴に対して第3工程のポンチを精度よく落とすことができることから、第1工程で形成される非貫通穴と第3工程のポンチの寸法との差を小さくすることも可能で、貫通穴の内周面に生じる段差を少なくする加工も可能となり、より高精度な微細穴を形成させることができる。しかも、第3工程においてダイスは平坦面で金属基板を支受するようになることから、平坦面のない盛上り部をダイスで支受するのに比べ、ダイスのエッジの磨耗や損傷を大幅に低減でき、型寿命を大幅に延長することができる。

**【0011】**

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記第2工程において、非貫通穴を上型により上側から支受するようにした場合には、第2工程で盛上り部の下側面に平坦面を形成させる際に金属基板が安定し、金属基板の表面との平行精度が高

い平坦部を形成させることができる。このように、平行精度が高い平坦部を支受しながら第3工程の貫通穴を形成させることから、より高い精度の微細穴を加工することが可能となる。

#### 【0012】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記第2工程において非貫通穴を上側から支受する上型は、非貫通穴を支受するものである場合には、上述したように金属基板の表面との平行精度が高い平坦部を形成させることができるうえ、平坦部を形成する加工によって、第1工程で形成された非貫通穴の穴形状が崩れるのを防止できる。したがって、最終的に形成される微細穴の形状精度が良くなり、より高精度の微細穴を加工することが可能となる。また、第1工程で形成される非貫通穴と第3工程のポンチの寸法との差を小さくすることが可能で、貫通穴の内周面に生じる段差をほとんどなくす加工も可能となる。

#### 【0013】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記第2工程において非貫通穴を上側から支受する上型は、非貫通穴および金属基板の上側面を支受するものである場合には、第2工程で盛上り部の下側面に平坦面を形成させる際に金属基板が安定し、金属基板の表面との平行精度が高い平坦部を形成させることができ、平行精度が高い平坦部を支受しながら第3工程の貫通穴を形成させることから、より高い精度の微細穴を加工することが可能となる。また、平坦部を形成する加工によって、第1工程で形成された非貫通穴の穴形状が崩れるのを防止でき、最終的に形成される微細穴の形状精度が良くなり、より高精度の微細穴を加工することが可能となる。さらに、第1工程で形成される非貫通穴と第3工程のポンチの寸法との差を小さくすることが可能で、貫通穴の内周面に生じる段差をほとんどなくす加工も可能となる。

#### 【0014】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記第2工程において非貫通穴を上側から支受する上型は、第1工程で使用されるポンチとは異なるものを用いるようにした場合には、一旦第1工程で使用するポンチを非貫通穴から抜いて異なる上型で支受するため、結果的に第2工程の上型は非貫通穴の内面と所定のクリア

ランスを有するものを用いることとなり、第2工程で平坦面を形成する加工を行なった後でも、上型が非貫通穴からスムーズに抜けるようになり、型への材料の焼き付き等が防止され、型寿命を延長することができる。

#### 【0015】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記第2工程において非貫通穴を上側から支受する上型は、第1工程で使用するポンチと共通のものを用いるようにした場合には、型の数がそれだけ少なくてすみ、型にかかるコストを低減できるだけでなく、工程数も少なくてすむ。

#### 【0016】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記ポンチに抜け勾配を設けた場合には、第2工程で平坦面を形成する加工を行なった後でも、上型が非貫通穴からスムーズに抜けるようになり、型への材料の焼き付き等が防止され、型寿命を延長することができる。

#### 【0017】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記第2工程で盛上り部に対して平坦面を形成させる下型として、環状の平坦面を形成させるものを用いるようにした場合には、盛上り部の頂部全体を平坦に加工するのに比べ、加工量が少なくてすみ、加工エネルギーの節約になるとともに、装置や型の寿命を延長できる。また、環状の平坦部を支受することにより第3工程での安定度は確保できるうえ、第3工程ではダイスで環状の平坦面を支受するため、第3工程の支障にもならない。

#### 【0018】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記第2工程で盛上り部に対して平坦面を形成させる下型は、第3工程で使用するダイスとは異なるものを用いるようにした場合には、環状の平坦面を作るだけの少ない加工量ですむ第2工程の下型と、ポンチとの作用で貫通穴を形成する大きな加工量を必要とする第3工程の下型を異なるものにすることにより、第2工程の下型は少ない加工だけを行なえばよいことから、磨耗や損傷が少なく、型寿命を延長することができる。また、第2工程の下型磨耗や損傷が少ないことから、平坦部の精度を長期間にわたっ

て維持でき、工程管理や精度管理の面でも有利である。

#### 【0019】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記第2工程で盛上り部に対して平坦面を形成させる下型は、第3工程で使用されるダイスと共通のものを用いるようにした場合には、型の数がそれだけ少なくすみ、型にかかるコストを低減できるだけでなく、工程数も少なくすむ。

#### 【0020】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、所定ピッチで多数列設された微細穴を同時に形成させる場合には、高精度の加工が比較的困難な所定ピッチで多数列設された微細穴を高精度で効率よく加工できる。

#### 【0021】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、ピッチが0.3mm以下で列設された微細穴を形成する場合には、高精度の加工が比較的困難なピッチの小さい列設された微細穴を高精度で効率よく加工できる。

#### 【0022】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、大きさが0.2mm以下の微細穴を形成する場合には、高精度の加工が比較的困難な大きさの小さい微細穴を高精度で効率よく加工できる。

#### 【0023】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、微細穴の開口寸法に対する貫通寸法の比が0.5以上の微細穴を形成する場合には、開口寸法に対する貫通寸法の比が0.5以上の微細穴は、ポンチの損傷が生じやすいところ、金属基板の盛上り部に平坦面を形成して支受した状態で加工することにより、金属基板が安定し、ポンチの損傷が生じにくく、型寿命が延長できる本発明の効果が顕著で効果的である。

#### 【0024】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記金属基板における塑性加工による加工部に微細穴を形成する場合には、塑性加工による加工部は加工硬化によって加工性が低下し、微細穴を形成する加工を行なう場合に精度や型寿命をあげる

のがより困難であるが、金属基板の盛上り部に平坦面を形成して支受した状態で加工することにより、金属基板が安定し、ポンチの損傷が生じにくく、型寿命が延長できる本発明の効果が顕著で効果的である。

#### 【0025】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記貫通穴を形成する第3工程の後に、ポリッシュ加工によるバリ取りを行なう場合には、ポンチとダイスによる加工でできたカエリやバリが除去され、精密部品により適したものになる。

#### 【0026】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記貫通穴が矩形もしくは円形である場合には、矩形や円形の微細穴を精度よく加工することができる。

#### 【0027】

本発明の微細穴の穿設加工方法において、上記金属基板がニッケル基板である場合には、ニッケルが展性に富んでおり、極めて微細でかつ高い寸法精度が要求される微細穴加工を高い寸法精度で形成することができる。

#### 【0028】

また、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法は、圧力発生室となる溝状窪部が列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向を貫通する連通口を形成した金属製の圧力発生室形成板と、前記連通口と対応する位置にノズル開口を穿設した金属製のノズルプレートと、溝状窪部の開口面を封止すると共に、溝状窪部の他端に対応する位置に液体供給口を穿設した金属材製の封止板とを備え、圧力発生室形成板における溝状窪部側に封止板を、反対側にノズルプレートをそれぞれ接合してなる液体噴射ヘッドの製造方法であって、上記圧力発生室形成板の連通口を請求項1～18のいずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法によって形成するようにしたことを要旨とする。

#### 【0029】

すなわち、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法は、圧力発生室形成板の連通口を請求項1～18のいずれか一項に記載の微細穴の穿設加工方法によって形成するようにしたことにより、精密部品である圧力発生室形成板の連通口を極めて高精度で加工することができる。また、連通口内面の平面精度を高くできることか

ら、噴射される液体の流路抵抗が少なくなるなど、液体噴射ヘッドとしての特性も良好なものを得ることができる。

#### 【0030】

本発明の穿設加工装置において、金属基板の上面に非貫通孔を形成し、上記金属基板の下面において上記非貫通孔に対応する位置に盛り上り部を形成するよう構成された上型と、上記盛り上り部に平坦部を形成するよう構成された下型とを具備して成り、上記上型は、上記平坦部が上記下型により支持された状態で上記非貫通孔を打ち抜くことにより上記金属基板に貫通孔を形成するよう構成される。このように、盛り上り部に形成された平坦面を下側から下型で支受しながら上型で貫通穴を形成できるため、貫通穴を形成させるときに、金属基板が安定し、ねらった位置に上型を落とすことができる。したがって、非貫通穴に上型が精度よく落とされ、精度の良い微細穴の加工を行なうことができる。また、非貫通穴に対して上型を精度よく落とすことができることから、非貫通穴と上型の寸法との差を小さくすることも可能で、貫通穴の内周面に生じる段差を少なくする加工も可能となり、より高精度な微細穴を形成させることができる。しかも、下型は平坦面で金属基板を支受するようになることから、平坦面のない盛り上り部をダイスで支受するのに比べ、下型のエッジの磨耗や損傷を大幅に低減でき、型寿命を大幅に延長することができる。

#### 【0031】

本発明の穿設加工装置において、上記平坦部が形成される際に、上記非貫通孔の底部が上記上型により支持される場合には、平坦面を形成させる際に金属基板が安定し、金属基板の表面との平行精度が高い平坦部を形成させることができ、且つ非貫通穴の穴形状が崩れるのを防止できる。したがって、最終的に形成される微細穴の形状精度が良くなり、より高精度の微細穴を加工することが可能となる。

#### 【0032】

本発明の穿設加工装置において、上記平坦部が形成される際に、上記金属基板の上面が該上型により支持され場合には、盛り上り部の下側面に平坦面を形成させる際に金属基板が安定し、金属基板の表面との平行精度が高い平坦部を形成さ

せることができ、平行精度が高い平坦部を支受しながら貫通穴を形成させることから、より高い精度の微細穴を加工することが可能となる。また、平坦部を形成する加工によって、非貫通穴の穴形状が崩れるのを防止でき、最終的に形成される微細穴の形状精度が良くなり、より高精度の微細穴を加工することが可能となる。

#### 【0033】

本発明の穿設加工装置において、上記上型が上記非貫通孔を形成する第1の上型と、上記貫通孔を形成する第2の上型とを有する場合には、第1の上型で非貫通穴から抜いてから、異なる第2の上型で支受するため、結果的に非貫通穴の内面と所定のクリアランスを有するものを用いることとなり、平坦面を形成する加工を行なった後でも、第2の上型が非貫通穴からスムーズに抜けるようになり、型への材料の焼き付き等が防止され、型寿命を延長することができる。

#### 【0034】

本発明の穿設加工装置において、上記上型が、該平坦部が形成される際に該非貫通孔の底部を支持する第3の上型を更に有する場合には、非貫通穴と貫通穴との径の差を小さくすることが可能で、貫通穴の内周面に生じる段差をほとんどなくす加工も可能となる。

#### 【0035】

本発明の穿設加工装置において、上記上型に抜け勾配が設けられている場合には、平坦面を形成する加工を行なった後でも、上型が非貫通穴からスムーズに抜けるようになり、型への材料の焼き付き等が防止され、型寿命を延長することができる。

#### 【0036】

本発明の穿設加工装置において、上記下型が、上記平坦部を環状に形成するよう構成される場合には、盛上り部の頂部全体を平坦に加工するのに比べ、加工量が少なくすみ、加工エネルギーの節約になるとともに、装置や型の寿命を延長できる。また、環状の平坦部を支受することにより安定度を確保しつつ貫通孔の形成の支障にもならない。

#### 【0037】

本発明の穿設加工装置において、上記下型は、上記平坦部を形成する第1の下型と、上記貫通孔が形成される際に上記平坦部を支持する第2の下型とを有し、上記第1下型は、上記平坦部を画成する第1の加工孔を有し、上記第2下型は、上記平坦部を支持する部分を画定する第2の加工孔を有し、上記第2加工孔の寸法が、上記第1加工孔の寸法よりも大きい場合には、貫通孔は第1下型で形成した平坦部に形成可能となるためバリの発生が低減でき後処理が容易になる。また、第1下型と第2下型が多少位置ズレしても第2下型が確実に平坦部を受けることができる。

#### 【0038】

本発明の穿設加工装置について、上記下型は、上記非貫通孔が形成される際に上記金属基板の下面を支持する第3の下型を更に有し、上記第3下型は、上記盛り上がり部が形成される箇所を画成する第3の加工孔を有し、上記第3加工孔の寸法が、上記第2加工孔の寸法よりも大きい場合には、確実に盛り上がり部に平坦部を形成することができる。

#### 【0039】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

#### 【0040】

図1～図3は、本発明の微細穴の穿設加工方法を説明する図であり、図1は第1工程、図2は第2工程、図3は第3工程を示している。

#### 【0041】

この微細穴の穿設加工方法では、上型と下型を用いてプレス加工により金属基板70に微細穴を穿設加工する。以下の説明では、上型としてポンチを、下型としてダイスを用い、第1工程で用いる上型と下型をそれぞれ第1ポンチ71および第1ダイス72、第2工程で用いる上型と下型をそれぞれ第2ポンチ76および第2ダイス77、第3工程で用いる上型と下型をそれぞれ第3ポンチ82および第3ダイス83として説明する。

#### 【0042】

この微細穴の穿設加工方法では、まず、第1工程において、第1ポンチ71に



より金属基板 70 に非貫通穴 75 を形成する (図 1) 。ついで、第 2 工程において、上記第 1 工程により金属基板 70 下側面の非貫通穴 75 に対応する箇所に形成された盛上り部 74 に対して第 2 ダイス 77 により平坦面 81 を形成させる (図 2) 。そして、第 3 工程において、上記平坦面 81 を第 3 ダイス 83 で支受しながら上記非貫通穴 75 に第 3 ポンチ 82 を落とすことにより貫通穴 85 を穿設する (図 3) 。ここで、上記第 1 工程～第 3 工程の加工は、順送り型における同一ステージ内で行うことができる。

#### 【0043】

以下、この加工方法の詳細について説明する。

#### 【0044】

図 1 (a) は、第 1 工程の初期状態を示す。この第 1 工程では、第 1 ダイス 72 の上面に金属基板 70 が載置され、この金属基板 70 の上側の第 1 ダイス 72 の加工穴 73 に対応する位置に第 1 ポンチ 71 が配置されている。

#### 【0045】

上記第 1 ダイス 72 の加工穴 73 の開口寸法は、第 3 工程で使用する第 3 ダイス 83 の加工穴 84 の開口寸法よりも大きくなるよう設定されている。また、上記第 1 ポンチ 71 の加工寸法 (先端部の端面寸法) は、上記第 1 ダイス 72 の加工穴 73 の開口寸法よりも小さく、かつ第 3 工程で使用する第 3 ポンチ 82 の加工寸法よりも大きくなるよう設定されている。

#### 【0046】

ここで、ダイスの加工穴 73 の開口寸法やポンチの加工寸法は、円形の微細穴を穿設する場合には直径寸法であり、矩形の微細穴を穿設加工する場合は縦横それぞれの寸法や対角の寸法をいい、穿設しようとする微細穴の形状によって適宜適切な寸法が選択される。

#### 【0047】

また、上記金属基板 70 を構成する金属材料としては、特に限定するものではなく、各種の材料を適用することができるが、展性に富んでおり、極めて微細でかつ高い寸法精度が要求される微細穴加工を高い寸法精度で形成することができるニッケルを好適に用いることができる。

## 【0048】

そして、この第1工程では、図1（b）に示すように、上記初期状態から第1ポンチ71が金属基板70の厚みの途中まで押込まれて、金属基板70に非貫通穴75を形成する。このとき、第1ポンチ71の加工による塑性変形により、金属基板70下側面の非貫通穴75に対応する箇所盛上り部74が形成される。この盛上り部74は、第1ダイス72の加工穴73の開口形状に合った形状で、中央部が突出して頂部を形成するように形成される。

## 【0049】

このように、第1ポンチ71による加工で非貫通穴75を形成する際に、非貫通穴75に対応する裏面に盛上り部74を形成するよう、加工穴73を有する第1ダイス72を用いることにより、非貫通穴75を形成する加工の際に金属基板70の上面側への材料の盛り上がりを防止し、金属基板70上面の精度を確保できる。また、小さいピッチで列設される微細穴を同時に穿設加工する場合にも、非貫通穴75を形成する加工の際の隣接する加工部への影響を最小限に抑え、全体の精度を確保することができる。

## 【0050】

上記第1工程の加工が終了したら、第1ポンチ71が非貫通穴75から抜き取られ、金属基板70は、つぎの第2工程に送られる。

## 【0051】

図2（a）は、第2工程の初期状態を示す。この第2工程では、金属基板70を上側に、金属基板70を上側から支受する第2ポンチ76が配置される。上記第2ポンチ76は、ベース部材の下面に非貫通穴75に対応する突部が形成され、ベース部材の下面で金属基板70の上面80を支受し、突部で非貫通穴75を支受するようになっている。

## 【0052】

上記突部の断面形状は、非貫通穴75の開口形状と略同じ形状に形成され、断面の寸法は、非貫通穴75の開口寸法より少し小さめでその内面との間に若干のクリアランスを有する程度に設定されている。

## 【0053】

一方、金属基板 7 0 の下側には、上面に加工穴 7 8 を有する環状の加工突条 7 9 が形成された第 2 ダイス 7 7 が配置される。上記第 2 ダイス 7 7 は、その加工穴 7 8 および加工突条 7 9 が金属基板 7 0 下面の盛上り部 7 4 に対面するよう位置決めされる。上記第 2 ダイス 7 7 の加工穴 7 8 の開口寸法は、第 3 工程で使用する第 3 ダイス 8 3 の加工穴 8 4 の開口寸法よりもやや小さくなるよう設定されている。

#### 【 0 0 5 4 】

そして、この第 2 工程では、図 2 (b) に示すように、上記初期状態から第 2 ダイス 7 7 が押し上げられ、加工突条 7 9 により盛上り部 7 4 を押圧して環状の平坦面 8 1 を形成させる。このとき形成される環状の平坦面 8 1 は、第 3 工程で使用する第 3 ダイス 8 3 の加工穴 8 4 の開口周辺部が安定して接しうる状態に形成される。

#### 【 0 0 5 5 】

このとき、第 2 ポンチ 7 6 により非貫通穴 7 5 の内面および金属基板 7 0 の上面 8 0 を支受しているため、盛上り部 7 4 の下側面に平坦面 8 1 を形成させる際に金属基板 7 0 が安定し、金属基板 7 0 表面との平行精度が高い平坦部 8 1 を形成させることができる。これにより、平行精度が高い平坦部 8 1 を支受しながら第 3 工程で貫通穴 8 5 を穿設できることから、より高い精度の微細穴を加工することが可能となる。また、平坦部 8 1 を形成する加工によって非貫通穴 7 5 の穴形状が崩れるのを防止でき、最終的に形成される微細穴の形状精度が良くなり、より高精度の微細穴を加工することが可能となる。さらに、非貫通穴 7 5 と第 3 ポンチ 8 2 の寸法との差を小さくすることが可能で、微細穴の内周面に生じる段差を小さくする加工も可能となる。

#### 【 0 0 5 6 】

また、第 2 工程で非貫通穴 7 5 を上側から支受する第 2 ポンチ 7 6 は、第 1 工程の第 1 ポンチ 7 1 と異なるものを用い、第 2 ポンチ 7 6 は非貫通穴 7 5 の内面とクリアランスを有するものを用いたことにより、第 2 工程で平坦面 8 1 を形成する加工を行なった後でも、第 2 ポンチ 7 6 が非貫通穴 7 5 からスムーズに抜け、型への材料の焼き付き等が防止されて型寿命の延長を図れる。

**【0057】**

さらに、第2ダイス77で環状の平坦面81を形成させるようにしたことにより、盛上り部74の頂部全体を平坦に加工するのに比べ、加工量が少なくてすみ、加工エネルギーの節約になるとともに、装置や型の寿命を延長できる。また、環状の平坦部81を支受することにより第3工程での金属基板70の安定度は確保できるうえ、第3ダイス83による平坦面81の支受にも支障にならない。

**【0058】**

上記第2工程の加工が終了したら、第2ポンチ76が非貫通穴75から抜き取られ、金属基板70は、つぎの第3工程に送られる。

**【0059】**

図3(a)は、第3工程の初期状態を示す。この第3工程では、第2工程で形成された平坦面81に、第3ダイス83の加工穴84の開口周辺部が接するように位置決めされる。また、上記非貫通穴75に対応する位置に、第3ポンチ82が配置される。

**【0060】**

上記第3ダイス83の加工穴84の開口寸法は、第2工程で使用する第2ダイス77の加工穴78の開口寸法より若干大きめに形成される。また、上記第3ポンチ82の加工寸法は、非貫通穴75の開口寸法よりも同等かやや小さめになるよう設定される。

**【0061】**

そして、この第3工程では、図3(b)に示すように、上記初期状態から第3ポンチ82が非貫通穴75の底面に向かって打ち落とされ、上記平坦面81を第3ダイス83で下側から支受した状態で貫通穴85が穿設される。その後、必要に応じて、上記貫通穴85を形成する第3工程の後に、ポリッシュ加工によるバリ取りを行ない、ポンチとダイスによる加工でできたカエリやバリを除去することが行なわれる。

**【0062】**

このとき、第2工程で形成された平坦面81を下側から第3ダイス83で支受しながら第3ポンチ82で貫通穴85を形成させることから、貫通穴85を形成

させるときに金属基板 70 が安定し、ねらった位置に第 3 ポンチ 82 を落とすことができ、精度の良い微細穴の加工を行なうことができる。また、非貫通穴 75 と第 3 ポンチ 82 の寸法との差を小さくすることが可能で、貫通穴 85 の内周面に生じる段差を少なくすることも可能で、より高精度な微細穴を形成させることができる。しかも、平坦面 81 のない盛上り部 74 を第 3 ダイス 83 で支受するのに比べ、第 3 ダイス 83 のエッジの磨耗を大幅に低減できる。

#### 【0063】

また、環状の平坦面 81 を作るだけの少ない加工ですむ第 2 ダイス 77 と、第 3 ポンチ 82 との作用で貫通穴 85 を形成する大きな加工を必要とする第 3 ダイス 83 を異なるものにより、第 2 ダイス 77 は少ない加工だけを行なえばよいことから、磨耗や損傷が少なく、型寿命を延長することができる。また、第 2 ダイス 77 の磨耗や損傷が少なくことから、平坦部 81 の精度を長期間にわたって維持でき、工程管理や精度管理の面でも有利である。

#### 【0064】

このような微細穴の穿設加工方法は、開口寸法が小さな微細穴を形成させる場合や、微細穴の開口寸法に対する金属基板 70 の厚みすなわち貫通寸法の比が大きな微細穴を加工する場合に効果的である。すなわち、開口寸法が小さい微細穴や、開口寸法に対する貫通寸法の比が大きな微細穴では、ポンチが極めて細長いものになることから、打ち抜きの際に少しでも金属基板 70 が不安定であるとポンチが折れやすく、型損傷が生じてしまうが、本発明によれば、打ち抜きの際に金属基板 70 が安定することからポンチの折損が防止されるのである。

#### 【0065】

また、上記のような微細穴の加工では、一旦非貫通穴 75 を形成したのち、上記非貫通穴 75 の底面をポンチで打ち抜くことが、ポンチの折損を防止する上で有効であるが、本発明によれば、非貫通穴 75 の底面をポンチで打ち抜く際に金属基板 70 が安定するため、ポンチの折損を有効に防止できる。

#### 【0066】

そして、上記微細穴の穿設加工方法は、特に、大きさが 0.2 mm 以下の微細穴を形成させる場合や、微細穴の開口寸法に対する金属基板 70 の厚みすなわち

貫通寸法の比が0.5以上の微細穴を形成する場合に効果的である。また、上記比として0.8以上の微細穴を形成するのであればなお効果的であり、1以上の微細穴の加工であれば一層効果的である。

#### 【0067】

また、図1～図3の説明では、1組のポンチとダイスにより1つの微細穴を穿設加工する場合を例示したが、本発明は、多数列設されたポンチとダイスにより所定ピッチで多数列設された微細穴を同時に穿設加工する場合にも適用できる。このような、所定ピッチで多数列設された微細穴は、高精度の加工が困難であるため、高精度の加工を可能にする本発明が効果的であり、特に、上記ピッチが0.3mm以下で列設された微細穴を形成する場合に効果的である。上記ピッチは0.25mm以下であるときにより効果的であり、0.2mm以下であれば一層効果的である。この場合でも、上述したように、大きさが0.2mm以下の微細穴を形成させる場合や、微細穴の開口寸法に対する金属基板70の厚みすなわち貫通寸法の比が0.5以上の微細穴を形成する場合に効果的である。

#### 【0068】

上記実施の形態では、板状の金属基板70に微細穴を穿設加工する場合を説明したが、上記金属基板70において、鍛造加工等の塑性加工による加工部に微細穴を形成するようにしてもよい。このようにすることにより、鍛造加工による加工部は加工硬化によって加工性が低下し、微細穴を形成する加工を行なう場合に精度や型寿命をあげるのがより困難であるが、金属基板70の盛上り部74に平坦面81を形成して支受した状態で加工することにより、金属基板70が安定し、ポンチの損傷が生じにくく、型寿命が延長できる本発明の効果が顕著で効果的である。

#### 【0069】

また、上記実施の形態では、上記第2工程において、第2ポンチ76は、非貫通穴75および金属基板70の上面80を支受するものを用いたが、これに限定するものではなく、金属基板の上面80だけを支持してもよいし、非貫通穴75だけを支受してもよい。

#### 【0070】

また、上記実施の形態では、第2ポンチ76は第1ポンチ71と異なるものを用いるようにしたが、第2工程の第2ポンチ76は、第1工程で使用される第1ポンチ71と共通のものを用いるようにすることもできる。このようにすることにより、型の数がそれだけ少なくてすみ、型にかかるコストを低減できるだけでなく、工程数も少なくてすむ。

#### 【0071】

この場合、上記第1ポンチ71に抜け勾配を設けるのが好ましい。このようにすることにより、第2工程で平坦面81を形成する加工を行なった後でも、第1ポンチ71が非貫通穴75からスムーズに抜けるようになり、型への材料の焼き付き等が防止され、型寿命を延長することができる。

#### 【0072】

また、上記実施の形態では、第2工程で平坦面81を形成させる第2ダイス77は、第3工程で使用される第3ダイス83と異なるものを用いたが、第2工程で平坦面81を形成させる第2ダイス77を、第3工程で使用する第3ダイス83と共通のものを用いるようにしてもよい。このようにすることにより、型の数がそれだけ少なくてすみ、型にかかるコストを低減できるだけでなく、工程数も少なくてすむ。また、上記実施の形態では、第2工程で環状の平坦部81を形成するようにしたが、これに限定するものではなく、盛上り部74の頂部を全体的に平坦にした平坦部を形成してもよい。

#### 【0073】

つぎに、本発明の微細穴の穿設加工方法を用いた液体噴射ヘッドの製造方法について説明する。

#### 【0074】

以下の説明では、液体噴射ヘッドとしてインクジェット式記録ヘッドを例示するが、本発明がこれに限定されるものでないことはいうまでもない。

#### 【0075】

図4および図5に示すように、記録ヘッド1は、ケース2と、このケース2内に収納される振動子ユニット3と、ケース2の先端面に接合される流路ユニット4と、先端面とは反対側のケース2の取付面上に配置される接続基板5と、ケー

ス 2 の取付面側に取り付けられる供給針ユニット 6 等から概略構成されている。

#### 【0076】

上記の振動子ユニット 3 は、図 6 に示すように、圧電振動子群 7 と、この圧電振動子群 7 が接合される固定板 8 と、圧電振動子群 7 に駆動信号を供給するためのフレキシブルケーブル 9 とから概略構成される。

#### 【0077】

圧電振動子群 7 は、列状に形成された複数の圧電振動子 10…を備える。各圧電振動子 10…は、本発明の圧力発生素子の一種であり、電気機械変換素子の一種でもある。これらの各圧電振動子 10…は、列の両端に位置する一対のダミー振動子 10 a, 10 a と、これらのダミー振動子 10 a, 10 a の間に配置された複数の駆動振動子 10 b…とから構成されている。そして、各駆動振動子 10 b…は、例えば、 $50\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$  程度の極めて細い幅の櫛歯状に切り分けられ、180 本設けられる。

#### 【0078】

また、ダミー振動子 10 a は、駆動振動子 10 b よりも十分広い幅であり、駆動振動子 10 b を衝撃等から保護する保護機能と、振動子ユニット 3 を所定位置に位置付けるためのガイド機能とを有する。

#### 【0079】

各圧電振動子 10…は、固定端部を固定板 8 上に接合することにより、自由端部を固定板 8 の先端面よりも外側に突出させている。即ち、各圧電振動子 10…は、所謂片持ち梁の状態で固定板 8 上に支持されている。そして、各圧電振動子 10…の自由端部は、圧電体と内部電極とを交互に積層して構成されており、対向する電極間に電位差を与えることで素子長手方向に伸縮する。

#### 【0080】

フレキシブルケーブル 9 は、固定板 8 とは反対側となる固定端部の側面で圧電振動子 10 と電氣的に接続されている。そして、このフレキシブルケーブル 9 の表面には、圧電振動子 10 の駆動等を制御するための制御用 IC 11 が実装されている。また、各圧電振動子 10…を支持する固定板 8 は、圧電振動子 10 からの反力を受け止め得る剛性を備えた板状部材であり、ステンレス板等の金属基板



が好適に用いられる。

#### 【0081】

上記のケース 2 は、例えば、エポキシ系樹脂等の熱硬化性樹脂で成型されたブロック状部材である。ここで、ケース 2 を熱硬化性樹脂で成型しているのは、この熱硬化性樹脂は、一般的な樹脂よりも高い機械的強度を有しており、線膨張係数が一般的な樹脂よりも小さく、周囲の温度変化による変形が小さいからである。そして、このケース 2 の内部には、振動子ユニット 3 を収納可能な収納空部 12 と、インクの流路の一部を構成するインク供給路 13 とが形成されている。また、ケース 2 の先端面には、共通インク室（リザーバ）14 となる先端凹部 15 が形成されている。

#### 【0082】

収納空部 12 は、振動子ユニット 3 を収納可能な大きさの空部である。この収納空部 12 の先端側部分はケース内壁が側方に向けて部分的に突出しており、この突出部分の上面が固定板当接面として機能する。そして、振動子ユニット 3 は、各圧電振動子 10 の先端が開口から臨む状態で収納空部 12 内に収納される。この収納状態において、固定板 8 の先端面は固定板当接面に当接した状態で接着されている。

#### 【0083】

先端凹部 15 は、ケース 2 の先端面を部分的に窪ませることにより作製されている。本実施形態の先端凹部 15 は、収納空部 12 よりも左右外側に形成された略台形状の凹部であり、収納空部 12 側に台形の下底が位置するように形成されている。

#### 【0084】

インク供給路 13 は、ケース 2 の高さ方向を貫通するように形成され、先端が先端凹部 15 に連通している。また、インク供給路 13 における取付面側の端部は、取付面から突設した接続口 16 内に形成されている。

#### 【0085】

上記の接続基板 5 は、記録ヘッド 1 に供給する各種信号用の電気配線が形成されると共に、信号ケーブルを接続可能なコネクタ 17 が取り付けられた配線基板

である。そして、この接続基板 5 は、ケース 2 における取付面上に配置され、フレキシブルケーブル 9 の電気配線が半田付け等によって接続される。また、コネクタ 17 には、制御装置（図示せず）からの信号ケーブルの先端が挿入される。

#### 【0086】

上記の供給針ユニット 6 は、インクカートリッジ（図示せず）が接続される部分であり、針ホルダ 18 と、インク供給針 19 と、フィルタ 20 とから概略構成される。

#### 【0087】

インク供給針 19 は、インクカートリッジ内に挿入される部分であり、インクカートリッジ内に貯留されたインクを導入する。このインク供給針 19 の先端部は円錐状に尖っており、インクカートリッジ内に挿入し易くなっている。また、この先端部には、インク供給針 19 の内外を連通するインク導入孔が複数穿設されている。そして、本実施形態の記録ヘッド 1 は 2 種類のインクを吐出可能であるため、このインク供給針 19 を 2 本備えている。

#### 【0088】

針ホルダ 18 は、インク供給針 19 を取り付けるための部材であり、その表面にはインク供給針 19 の根本部分を止着するための台座 21 を 2 本分横並びに形成している。この台座 21 は、インク供給針 19 の底面形状に合わせた円形状に作製されている。また、台座底面の略中心には、針ホルダ 18 の板厚方向を貫通するインク排出口 22 を形成している。また、この針ホルダ 18 には、フランジ部を側方に延出している。

#### 【0089】

フィルタ 20 は、埃や成型時のバリ等のインク内の異物の通過を阻止する部材であり、例えば、目の細かな金属網によって構成される。このフィルタ 20 は、台座 21 内に形成されたフィルタ保持溝に接着されている。

#### 【0090】

そして、この供給針ユニット 6 は、図 5 に示すように、ケース 2 の取付面上に配設される。この配設状態において、供給針ユニット 6 のインク排出口 22 とケース 2 の接続口 16 とは、パッキン 23 を介して液密状態で連通する。

## 【0091】

次に、上記の流路ユニット4について説明する。この流路ユニット4は、圧力発生室形成板30の一方の面にノズルプレート31を、圧力発生室形成板30の他方の面に弾性板32を接合した構成である。

## 【0092】

圧力発生室形成板30は、図7に示すように、溝状窪部33と、連通口34と、逃げ凹部35とを形成した金属製の板状部材である。本実施形態では、この圧力発生室形成板30を、厚さ0.35mmのニッケル製の金属基板70を加工することで作製している。

## 【0093】

ここで、金属基板70としてニッケルを選定した理由について説明する。第1の理由は、このニッケルの線膨張係数が、ノズルプレート31や弾性板32の主要部を構成する金属（本実施形態では後述するようにステンレス）の線膨張係数と略等しいからである。即ち、流路ユニット4を構成する圧力発生室形成板30、弾性板32およびノズルプレート31の線膨張係数が揃うと、これらの各部材を加熱接着した際において、各部材は均等に膨張する。このため、膨張率の相違に起因する反り等の機械的ストレスが発生し難い。その結果、接着温度を高温に設定しても各部材を支障なく接着することができる。また、記録ヘッド1の作動時に圧電振動子10が発熱し、この熱によって流路ユニット4が加熱されたとしても、流路ユニット4を構成する各部材30、31、32が均等に膨張する。このため、記録ヘッド1の作動に伴う加熱と作動停止に伴う冷却とが繰り返し行われても、流路ユニット4を構成する各部材30、31、32に剥離等の不具合は生じ難い。

## 【0094】

第2の理由は、防錆性に優れているからである。即ち、この種の記録ヘッド1では水性インクが好適に用いられているので、長期間に亘って水が接触しても錆び等の変質が生じないことが肝要である。その点、ニッケルは、ステンレスと同様に防錆性に優れており、錆び等の変質が生じ難い。

## 【0095】

第3の理由は、展性に富んでいるからである。即ち、圧力発生室形成板30を作製するにあたり、本実施形態では後述するように塑性加工（例えば、鍛造加工）で行っている。そして、圧力発生室形成板30に形成される溝状窪部33や連通口34は、極めて微細な形状であり、且つ、高い寸法精度が要求される。そして、金属基板70にニッケルを用いると、展性に富んでいることから塑性加工であっても溝状窪部33や連通口34を高い寸法精度で形成することができる。

#### 【0096】

なお、圧力発生室形成板30に関し、上記した各要件、即ち、線膨張係数の要件、防錆性の要件、および、展性の要件を満たすならば、ニッケル以外の金属で構成してもよい。

#### 【0097】

溝状窪部33は、圧力発生室29となる溝状の窪部であり、図8に拡大して示すように、直線状の溝によって構成されている。本実施形態では、幅約0.1mm、長さ約1.5mm、深さ約0.1mmの溝を溝幅方向に180個列設している。この溝状窪部33の底面は、深さ方向（即ち、奥側）に進むに連れて縮幅されてV字状に窪んでいる。底面をV字状に窪ませたのは、隣り合う圧力発生室29、29同士を区画する隔壁部28の剛性を高めるためである。即ち、底面をV字状に窪ませることにより、隔壁部28の根本部分（底面側の部分）の肉厚が厚くなって隔壁部28の剛性が高まる。そして、隔壁部28の剛性が高くなると、隣の圧力発生室29からの圧力変動の影響を受け難くなる。即ち、隣の圧力発生室29からのインク圧力の変動が伝わり難くなる。また、底面をV字状に窪ませることにより、溝状窪部33を塑性加工によって寸法精度よく形成することもできる（後述する）。そして、このV字の角度は、加工条件によって規定されるが、例えば90度前後である。

#### 【0098】

さらに、隔壁部28における先端部分の肉厚が極く薄いことから、各圧力発生室29…を密に形成しても必要な容積を確保することができる。

#### 【0099】

また、本実施形態における溝状窪部33に関し、その長手方向両端部は、奥側

に進むにつれて内側に下り傾斜している。即ち、溝状窪部 33 の長手方向両端部は、面取形状に形成されている。このように構成したのも、溝状窪部 33 を塑性加工によって寸法精度よく形成するためである。

#### 【0100】

さらに、両端部の溝状窪部 33、33 に隣接させてこの溝状窪部 33 よりも幅広なダミー窪部 36 を 1 つずつ形成している。このダミー窪部 36 は、インク滴の吐出に関与しないダミー圧力発生室となる溝状の窪部である。本実施形態のダミー窪部 36 は、幅約 0.2 mm、長さ約 1.5 mm、深さ約 0.1 mm の溝によって構成されている。そして、このダミー窪部 36 の底面は、W 字状に窪んでいる。これも、隔壁部 28 の剛性を高めるため、および、ダミー窪部 36 を塑性加工によって寸法精度よく形成するためである。

#### 【0101】

そして、各溝状窪部 33 … および一対のダミー窪部 36、36 によって窪部列が構成される。本実施形態では、この窪部列を横並びに 2 列形成している。

#### 【0102】

連通口 34 は、溝状窪部 33 の一端から板厚方向を貫通する微細貫通孔として形成している。この連通口 34 は、溝状窪部 33 毎に形成されており、1 つの窪部列に 180 個形成されている。本実施形態の連通口 34 は、開口形状が矩形状であり、圧力発生室形成板 30 における溝状窪部 33 側から板厚方向の途中まで形成した第 1 連通口 37 と、溝状窪部 33 とは反対側の表面から板厚方向の途中まで形成した第 2 連通口 38 とから構成されている。

#### 【0103】

そして、第 1 連通口 37 と第 2 連通口 38 とは断面積が異なっており、第 2 連通口 38 の内寸法が第 1 連通口 37 の内寸法よりも僅かに小さく設定されている。これは、連通口 34 をプレス加工によって作製していることに起因する。即ち、この圧力発生室形成板 30 は、厚さ 0.35 mm のニッケル板を加工することで作製しているため、連通口 34 の長さは、溝状窪部 33 の深さを差し引いても 0.25 mm 以上となる。そして、連通口 34 の幅は、溝状窪部 33 の溝幅よりも狭くする必要があるので、0.1 mm 未満に設定される。このため、連通口 3

4を1回の加工で打ち抜こうとすると、アスペクト比の関係で雄型（ポンチ）が座屈するなどしてしまう。

#### 【0104】

そこで、本実施形態では、上述したように、加工を3工程に分け、第1工程では、第1ポンチ71によりニッケル板（金属基板70に相当）に非貫通穴75を形成し、第2工程では、上記第1工程により金属基板70下側面の非貫通穴75に対応する箇所形成された盛上り部74に対して第2ダイス77により平坦面81を形成させる。そして、第3工程において、上記平坦面81を第3ダイス83で支受しながら上記非貫通穴75に第3ポンチ82を落とすことにより貫通穴85を穿設するようにしている。なお、この連通口34の加工手順については、後で詳述する。

#### 【0105】

また、ダミー窪部36にはダミー連通口39が形成されている。このダミー連通口39は、上記の連通口34と同様に、第1ダミー連通口40と第2ダミー連通口41とから構成されており、第2ダミー連通口41の内寸法が第1ダミー連通口40の内寸法よりも小さく設定されている。

#### 【0106】

なお、本実施形態では、上記の連通口34およびダミー連通口39に関し、開口形状が矩形状の微細貫通孔によって構成されたものを例示したが、この形状に限定されるものではない。例えば、円形に開口した貫通孔や多角形状の貫通孔によって構成してもよい。

#### 【0107】

逃げ凹部35は、共通インク室14におけるコンプライアンス部の作動用空間を形成する。本実施形態では、ケース2の先端凹部15と略同じ形状であって、深さが溝状窪部33と等しい台形状の凹部によって構成している。

#### 【0108】

次に、上記の弾性板32について説明する。この弾性板32は、本発明の封止板の一種であり、例えば、支持板42上に弾性体膜43を積層した二重構造の複合材（本発明の金属材料の一種）によって作製される。本実施形態では、支持板4

2としてステンレス板を用い、弾性体膜43としてPPS（ポリフェニレンサルファイド）を用いている。

#### 【0109】

図9に示すように、弾性板32には、ダイヤフラム部44と、インク供給口45と、コンプライアンス部46とを形成している。

#### 【0110】

ダイヤフラム部44は、圧力発生室29の一部を区画する部分である。即ち、ダイヤフラム部44は溝状窪部33の開口面を封止し、この溝状窪部33と共に圧力発生室29を区画形成する。このダイヤフラム部44は、図10（a）に示すように、溝状窪部33に対応した細長い形状であり、溝状窪部33を封止する封止領域に対し、各溝状窪部33…毎に形成されている。具体的には、ダイヤフラム部44の幅は溝状窪部33の溝幅と略等しく設定され、ダイヤフラム部44の長さは溝状窪部33の長さよりも多少短く設定されている。長さに関し、本実施形態では、溝状窪部33の長さの約2/3に設定されている。そして、形成位置に関し、図5に示すように、ダイヤフラム部44の一端を、溝状窪部33の一端（連通口34側の端部）に揃えている。

#### 【0111】

このダイヤフラム部44は、図10（b）に示すように、溝状窪部33に対応する部分の支持板42をエッチング等によって環状に除去して弾性体膜43のみとすることで作製され、この環内には島部47を形成している。この島部47は、圧電振動子10の先端面が接合される部分である。

#### 【0112】

インク供給口45は、圧力発生室29と共通インク室14とを連通するための孔であり、弾性板32の板厚方向を貫通している。このインク供給口45も、ダイヤフラム部44と同様に、溝状窪部33に対応する位置に各溝状窪部33…毎に形成されている。このインク供給口45は、図5に示すように、連通口34とは反対側の溝状窪部33の他端に対応する位置に穿設されている。また、このインク供給口45の直径は、溝状窪部33の溝幅よりも十分に小さく設定されている。本実施形態では、23ミクロンの微細な貫通孔によって構成している。



## 【0113】

このようにインク供給口45を微細な貫通孔にした理由は、圧力発生室29と共通インク室14との間に流路抵抗を付与するためである。即ち、この記録ヘッド1では、圧力発生室29内のインクに付与した圧力変動を利用してインク滴を吐出させている。このため、インク滴を効率よく吐出させるためには、圧力発生室29内のインク圧力をできるだけ共通インク室14側に逃がさないようにすることが肝要である。この観点から本実施形態では、インク供給口45を微細な貫通孔によって構成している。

## 【0114】

そして、本実施形態のように、インク供給口45を貫通孔によって構成すると、加工が容易であり、高い寸法精度が得られるという利点がある。即ち、このインク供給口45は貫通孔であるため、レーザー加工による作製が可能である。従って、微細な直径であっても高い寸法精度で作製でき、作業も容易である。

## 【0115】

コンプライアンス部46は、共通インク室14の一部を区画する部分である。即ち、コンプライアンス部46と先端凹部15とで共通インク室14を区画形成する。このコンプライアンス部46は、先端凹部15の開口形状と略同じ台形状であり、支持板42の部分をエッチング等によって除去し、弾性体膜43だけにすることで作製される。

## 【0116】

なお、弾性板32を構成する支持板42および弾性体膜43は、この例に限定されるものではない。例えば、弾性体膜43としてポリイミドを用いてもよい。また、この弾性板32を、ダイヤフラム部44になる厚肉部および該厚肉部周辺の薄肉部と、コンプライアンス部46になる薄肉部とを設けた金属基板で構成してもよい。

## 【0117】

次に、上記のノズルプレート31について説明する。ノズルプレート31は、ノズル開口48を列設した金属製の板状部材である。本実施形態ではステンレス板を用い、ドット形成密度に対応したピッチで複数のノズル開口48…を開設し



ている。本実施形態では、合計 180 個のノズル開口 48…を列設してノズル列を構成し、このノズル列を 2 列横並びに形成している。

#### 【0118】

そして、このノズルプレート 31 を圧力発生室形成板 30 の他方の表面、即ち、弾性板 32 とは反対側の表面に接合すると、対応する連通口 34 に各ノズル開口 48…が臨む。

#### 【0119】

そして、上記の弾性板 32 を、圧力発生室形成板 30 の一方の表面、即ち、溝状窪部 33 の形成面に接合すると、ダイヤフラム部 44 が溝状窪部 33 の開口面を封止して圧力発生室 29 が区画形成される。同様に、ダミー窪部 36 の開口面も封止されてダミー圧力発生室が区画形成される。また、上記のノズルプレート 31 を圧力発生室形成板 30 の他方の表面に接合するとノズル開口 48 が対応する連通口 34 に臨む。この状態で島部 47 に接合した圧電振動子 10 を伸縮すると、島部 47 周辺の弾性体膜 43 が変形し、島部 47 が溝状窪部 33 側に押されたり、溝状窪部 33 側から離隔する方向に引かれたりする。この弾性体膜 43 の変形により、圧力発生室 29 が膨張したり収縮したりして圧力発生室 29 内のインクに圧力変動が付与される。

#### 【0120】

さらに、弾性板 32（即ち、流路ユニット 4）をケース 2 に接合すると、コンプライアンス部 46 が先端凹部 15 を封止する。このコンプライアンス部 46 は、共通インク室 14 に貯留されたインクの圧力変動を吸収する。即ち、貯留されたインクの圧力に応じて弾性体膜 43 が膨張したり収縮したりして変形する。そして、上記の逃げ凹部 35 は、弾性体膜 43 の膨張時において、弾性体膜 43 が膨らむための空間を形成する。

#### 【0121】

上記構成の記録ヘッド 1 は、インク供給針 19 から共通インク室 14 までの共通インク流路と、共通インク室 14 から圧力発生室 29 を通って各ノズル開口 48…に至る個別インク流路とを有する。そして、インクカートリッジに貯留されたインクは、インク供給針 19 から導入されて共通インク流路を通して共通イン

ク室 14 に貯留される。この共通インク室 14 に貯留されたインクは、個別インク流路を通じてノズル開口 48 から吐出される。

#### 【0122】

例えば、圧電振動子 10 を収縮させると、ダイヤフラム部 44 が振動子ユニット 3 側に引っ張られて圧力発生室 29 が膨張する。この膨張により圧力発生室 29 内が負圧化されるので、共通インク室 14 内のインクがインク供給口 45 を通って各圧力発生室 29 に流入する。その後、圧電振動子 10 を伸張させると、ダイヤフラム部 44 が圧力発生室形成板 30 側に押されて圧力発生室 29 が収縮する。この収縮により、圧力発生室 29 内のインク圧力が上昇し、対応するノズル開口 48 からインク滴が吐出される。

#### 【0123】

そして、この記録ヘッド 1 では、圧力発生室 29（溝状窪部 33）の底面が V 字状に窪んでいる。このため、隣り合う圧力発生室 29，29 同士を区画する隔壁部 28 は、その根本部分の肉厚が先端部分の肉厚よりも厚く形成される。これにより、隔壁部 28 の剛性を従来よりも高めることができる。従って、インク滴の吐出時において、圧力発生室 29 内にインク圧力の変動が生じたとしても、その圧力変動を隣の圧力発生室 29 に伝わり難くすることができる。その結果、所謂隣接クロストークを防止でき、インク滴の吐出を安定化できる。

#### 【0124】

また、本実施形態では、共通インク室 14 と圧力発生室 29 とを連通するインク供給口 45 を、弾性板 32 の板厚方向を貫通する微細孔によって構成したので、レーザー加工等によって高い寸法精度が容易に得られる。これにより、各圧力発生室 29…へのインクの流入特性（流入速度や流入量等）を高いレベルで揃えることができる。さらに、レーザー光線によって加工を行った場合には、加工も容易である。

#### 【0125】

また、本実施形態では、列端部の圧力発生室 29，29 に隣接させてインク滴の吐出に関与しないダミー圧力発生室（即ち、ダミー窪部 36 と弾性板 32 とによって区画される空部）を設けたので、これらの両端の圧力発生室 29，29 に

関し、片側には隣りの圧力発生室 29 が形成され、反対側にはダミー圧力発生室が形成されることになる。これにより、列端部の圧力発生室 29、29 に関し、その圧力発生室 29 を区画する隔壁の剛性を、列途中の他の圧力発生室 29…における隔壁の剛性に揃えることができる。その結果、一列全ての圧力発生室 29 のインク滴吐出特性を揃えることができる。

#### 【0126】

さらに、このダミー圧力発生室に関し、列設方向側の幅を各圧力発生室 29…の幅よりも広くしている。換言すれば、ダミー窪部 36 の幅を溝状窪部 33 の幅よりも広くしている。これにより、列端部の圧力発生室 29 と列途中の圧力発生室 29 の吐出特性をより高い精度で揃えることができる。

#### 【0127】

さらに、本実施形態では、ケース 2 の先端面を部分的に窪ませて先端凹部 15 を形成し、この先端凹部 15 と弾性板 32 とにより共通インク室 14 を区画形成しているので、共通インク室 14 を形成するための専用部材が不要であり、構成の簡素化が図れる。また、このケース 2 は樹脂成型によって作製されているので、先端凹部 15 の作製も比較的容易である。

#### 【0128】

次に、上記記録ヘッド 1 の製造方法について説明する。なお、この製造方法では、上記の圧力発生室形成板 30 の製造工程に特徴を有しているので、圧力発生室形成板 30 の製造工程を中心に説明することにする。

#### 【0129】

なお、この圧力発生室形成板 30 は、順送り型による鍛造加工によって作製される。また、圧力発生室形成板 30 の素材として使用する帯板（上述した金属基板 70 に相当するものである）は、上記したようにニッケル製である。

#### 【0130】

圧力発生室形成板 30 の製造工程は、溝状窪部 33 を形成する溝状窪部形成工程と、連通口 34 を形成する連通口形成工程とからなり、順送り型によって行われる。

#### 【0131】

溝状窪部形成工程では、図 11 に示す第 1 雄型 51 と図 12 に示す雌型 52 とを用いる。この第 1 雄型 51 は、溝状窪部 33 を形成するための金型である。この雄型には、溝状窪部 33 を形成するための突条部 53 を、溝状窪部 33 と同じ数だけ列設してある。また、列設方向両端部の突条部 53 に隣接させてダミー窪部 36 を形成するためのダミー突条部（図示せず）も設ける。突条部 53 の先端部分 53 a は先細りしており、例えば図 11 (b) に示すように、幅方向の中心から 45 度程度の角度で面取りされている。これにより、長手方向から見て V 字状に尖っている。また、先端部分 53 a における長手方向の両端は、図 11 (a) に示すように、45 度程度の角度で面取りしてある。このため、突条部 53 の先端部分 53 a は、三角柱の両端を面取りした形状となっている。

#### 【0132】

また、雌型 52 には、その上面に筋状突起 54 が複数形成されている。この筋状突起 54 は、隣り合う圧力発生室 29, 29 同士を区画する隔壁の形成を補助するものであり、溝状窪部 33, 33 同士の間に位置する。この筋状突起 54 は四角柱状であり、その幅は、隣り合う圧力発生室 29, 29 同士の間隔（隔壁の厚み）よりも若干狭く設定されており、高さは幅と同程度である。また、筋状突起 54 の長さは溝状窪部 33（突条部 53）の長さと同程度に設定されている。

#### 【0133】

そして、溝状窪部形成工程では、まず、図 13 (a) に示すように、雌型 52 の上面に帯板 55（上述した金属基板 70 に対応するものであるが、以下の説明では「帯板 55」という）を載置し、帯板 55 の上方に第 1 雄型 51 を配置する。次に、図 13 (b) に示すように、第 1 雄型 51 を下降させて突条部 53 の先端部を帯板 55 内に押し込む。このとき、突条部 53 の先端部分 53 a を V 字状に尖らせているので、突条部 53 を座屈させることなく先端部分 53 a を帯板 55 内に確実に押し込むことができる。この突条部 53 の押し込みは、図 13 (c) に示すように、帯板 55 の板厚方向の途中まで行う。

#### 【0134】

突条部 53 の押し込みにより、帯板 55 の一部分が流動し、溝状窪部 33 が形成される。ここで、突条部 53 の先端部分 53 a が V 字状に尖っているので、微

細な形状の溝状窪部 33 であっても、高い寸法精度で作製することができる。即ち、先端部分 53a で押された部分が円滑に流れるので、形成される溝状窪部 33 は突条部 53 の形状に倣った形状に形成される。さらに、先端部分 53a における長手方向の両端も面取りしてあるので、当該部分で押圧された帯板 55 も円滑に流れる。従って、溝状窪部 33 の長手方向両端部についても高い寸法精度で作製できる。

#### 【0135】

また、突条部 53 の押し込みを板厚方向の途中で止めているので、貫通孔として形成する場合よりも厚い帯板 55 を用いることができる。これにより、圧力発生室形成板 30 の剛性を高めることができ、インク滴の吐出特性の向上が図れる。また、圧力発生室形成板 30 の取り扱いも容易となるうえ、平面精度の向上にも有利である。

#### 【0136】

また、突条部 53 で押圧されたことにより、帯板 55 の一部は隣り合う突条部 53, 53 の空間内に隆起する。ここで、雌型 52 に設けた筋状突起 54 は、突条部 53, 53 同士の間に対応する位置に配置されているので、この空間内への帯板 55 の流れを補助する。これにより、突条部 53 間の空間に対して効率よく帯板 55 を導入することができ、隆起部を高く形成できる。

#### 【0137】

このようにして溝状窪部 33 を形成したならば、連通口形成工程に移行して連通口 34 を形成する。

#### 【0138】

この連通口形成工程は、本発明の微細穴の穿設加工方法を適用して連通口 34 を形成するものであり、図 14 は第 1 工程を、図 15 は第 2 工程を、図 16 は第 3 工程をそれぞれ示している。この連通口形成工程では、図 1～図 3 における説明と同様に、第 1 工程で第 1 ポンチ 71 と第 1 ダイス 72 を、第 2 工程で第 2 ポンチ 76 と第 2 ダイス 77 を、第 3 工程で第 3 ポンチ 82 と第 3 ダイス 83 を使用して連通口 34 を形成する。

#### 【0139】

この連通口形成工程は、所定ピッチで多数列設された連通口 3 4 を形成するものであり、上記第 1 ～第 3 ポンチ 7 1, 7 6, 8 2 は、ベース部材の下面に多数の突部が列設されたものを用い、上記第 1 ～第 3 ダイス 7 2, 7 7, 8 3 は、上面に多数の加工穴 7 3, 7 8, 8 4 が列設されたものを用いる。それ以外、上記第 1 ～第 3 ポンチ 7 1, 7 6, 8 2 および第 1 ～第 3 ダイス 7 2, 7 7, 8 3 は、図 1 ～図 3 において説明したものと同様のものを用いる。

#### 【0140】

図 1 4 (a) は、連通口形成工程前の帯板 5 5 の状態であり、この例では、溝状窪部 3 3 のピッチは 0. 1 4 1 mm であり、鍛造加工によって形成された各溝状窪部 3 3 の加工面である底面に微細穴である連通口 3 4 を穿設する。そして、連通口 3 4 として、縦寸法 0. 1 6 mm、横寸法 0. 0 9 5 mm の略矩形を呈した微細穴を穿設する。

#### 【0141】

まず、第 1 工程では、図 1 4 (b) に示すように、第 1 ポンチ 7 1 が帯板 5 5 の溝状窪部 3 3 の低部における厚みの途中まで押込まれ、帯板 5 5 に第 1 連通口 3 7 となる非貫通穴 7 5 を形成する。このとき、第 1 ポンチ 7 1 の加工による塑性変形により、帯板 5 5 下側面の非貫通穴 7 5 に対応する箇所には盛り部 7 4 が形成される。

#### 【0142】

このように、第 1 ポンチ 7 1 による加工で非貫通穴 7 5 を形成する際に、非貫通穴 7 5 に対応する裏面に盛り部 7 4 を形成するよう、加工穴 7 3 を有する第 1 ダイス 7 2 を用いることにより、第 1 工程の加工の際に溝状窪部 3 3 の上面側すなわち圧力発生室 2 9 内面への材料の盛り上がりを防止し、圧力発生室 2 9 の形状精度を確保できる。また、第 1 工程での非貫通穴 7 5 を形成する加工の際の隣接する溝状窪部 3 3 への影響を最小限に抑え、全体の精度を確保することができる。

#### 【0143】

ついで、第 2 工程では、図 1 5 に示すように、帯板 5 5 に形成された第 1 連通口 3 7 に第 2 ポンチ 7 6 が挿通されて上面側から支受された状態で、第 2 ダイス

77が押し上げられ、金属基板70下側面の盛上り部74に対して加工突条79が押付けられて環状の平坦面81を形成させる。

#### 【0144】

そして、第3工程では、図16に示すように、第2工程で形成された平坦面81に、第3ダイス83の加工穴84の開口周辺部が接するように位置決めされ、第3ポンチ82が第1連通口37である非貫通穴75の底面に向かって打ち落とされる。そして、上記平坦面81を第3ダイス83で下側から支受した状態で第2連通口38となる貫通穴85が穿設される。

#### 【0145】

このように、本実施形態では、太さの異なる第1ポンチ71と第3ポンチ82を用い、複数回の加工によって連通口34を形成しているので、極く微細な連通口34であっても寸法精度良く作製することができる。さらに、溝状窪部33側から作製する第1連通口37を板厚方向の途中までしか作製しないので、第1連通口37の作製時において、圧力発生室29の隔壁部28が過度に引っ張られてしまう不具合を防止できる。これにより、隔壁部28の形状を損なうことなく寸法精度良く作製することができる。

#### 【0146】

また、精密部品である圧力発生室形成板30の連通口34を極めて高精度で加工することができる。また、連通口34内面の平面精度を高くできることから、噴射される液体の流路抵抗が少なくなるなど、液体噴射ヘッドとしての特性も良好なものを得ることができる。それ以外は、図1～図3において説明した微細穴の穿設加工方法と同様の作用効果を奏する。

#### 【0147】

連通口34を作製したならば、帯板55における溝状窪部33側の表面および反対側の表面を研磨して平坦化し、板厚を所定厚さ（本実施形態では0.3mm）に調整する。

#### 【0148】

なお、上記の溝状窪部形成工程と連通口形成工程は、別ステージで行ってもよく、同一ステージで行ってもよい。そして、同一ステージで行った場合には、両

工程において帯板 55 が移動しないため、溝状窪部 33 内に連通口 34 を位置精度良く作製することができる。また、本実施形態では、3 工程の加工によって連通口 34 を作製する工程を例示したが、4 工程以上の加工によって連通口 34 を形成してもよい。

#### 【0149】

以上の各工程により圧力発生室形成板 30 を作製したならば、別途作製された弾性板 32 とノズルプレート 31 とを圧力発生室形成板 30 に接合して流路ユニット 4 を作製する。本実施形態では、これらの各部材の接合を接着により行っている。この接着時において、上記の研磨工程で圧力発生室形成板 30 の表面を平坦化しているので、弾性板 32 やノズルプレート 31 を確実に接着できる。

#### 【0150】

また、弾性板 32 はステンレス板を支持板 42 とする複合材であるので、その線膨張率は支持板 42 であるステンレスによって規定される。そして、ノズルプレート 31 もステンレス板によって作製されている。さらに、圧力発生室形成板 30 を構成するニッケルは、上記したように、線膨張率がステンレスと略等しい。以上から、接着温度を高めても線膨張率の差に起因する反りが発生しない。その結果、シリコン基板を用いていた時よりも接着温度を高めることができ、接着時間の短縮化が図れて製造効率が向上する。

#### 【0151】

流路ユニット 4 を作製したならば、別途作製されたケース 2 に、振動子ユニット 3 と流路ユニット 4 とを接合する。この場合にも、これらの各部材の接合は接着によって行われている。従って、接着温度を高めても流路ユニット 4 には反りが発生せず、接着時間の短縮化が図れる。

#### 【0152】

ケース 2 に、振動子ユニット 3 と流路ユニット 4 とを接合したならば、振動子ユニット 3 のフレキシブルケーブル 9 と接続基板 5 とを半田付けし、その後、供給針ユニット 6 を取り付ける。

#### 【0153】

まず、隔壁部 28 に関し、その根本部分が先端部分よりも厚肉であれば、隔壁



部 28 の剛性を従来よりも高めることができ、圧力発生室 29 として必要な容積を確保できる。この観点からすれば、溝状窪部底面の窪み形状は V 字状に限られない。例えば、溝状窪部 33 の底面を円弧状に窪ませてもよい。そして、このような底面形状の溝状窪部 33 を作製するためには、先端部分が円弧状に先細りした突条部 53 を有する第 1 雄型 51 を用いればよい。

#### 【0154】

また、圧力発生素子に関し、圧電振動子 10 以外の素子を用いてもよい。例えば、静電アクチュエータや磁歪素子等の電気機械変換素子を用いてもよい。さらに、圧力発生素子として発熱素子を用いてもよい。

#### 【0155】

図 17 に例示した記録ヘッド 1' は、圧力発生素子として発熱素子 61 を用いたものである。この例では、上記の弾性板 32 に代えて、コンプライアンス部 46 とインク供給口 45 とを設けた封止基板 62（本発明の封止板の一種）を用い、この封止基板 62 によって圧力発生室形成板 30 における溝状窪部 33 側を封止している。また、この例では、圧力発生室 29 内における封止基板 62 の表面に発熱素子 61 を取り付けられている。この発熱素子 61 は電気配線を通じて給電されて発熱する。

#### 【0156】

なお、圧力発生室形成板 30 やノズルプレート 31 等、その他の構成は上記実施形態と同様であるので、その説明は省略する。

#### 【0157】

この記録ヘッド 1' では、発熱素子 61 への給電により、圧力発生室 29 内のインクが突沸し、この突沸によって生じた気泡が圧力発生室 29 内のインクを加圧する。この加圧により、ノズル開口 48 からインク滴が吐出される。

#### 【0158】

そして、この記録ヘッド 1' でも、圧力発生室形成板 30 を金属の塑性加工で作製しているので、上記した実施形態と同様の作用効果を奏する。

#### 【0159】

なお、上記各実施の形態において、微細穴の穿設加工方法、圧力発生室形成板

30における圧力発生室形成工程および連通口形成工程において行なわれる鍛造加工やプレス加工等の塑性加工は、所望の精度を得るために冷間加工を行なうのが好適であり、高精度の加工を行なうためには、ワークの温度が一定範囲内になるよう温度管理を行なうのが好ましい。

#### 【0160】

また、連通口34に関し、上記実施形態では、溝状窪部33の一端部に設けた例を説明したが、これに限らない。例えば、連通口34を溝状窪部33における長手方向略中央に形成して、溝状窪部33の長手方向両端にインク供給口45及びそれと連通する共通インク室14を配置してもよい。このようにすることにより、インク供給口45から連通口34に至る圧力発生室29内におけるインクの淀みを防止できるので、好ましい。

#### 【0161】

また、上述の実施の形態は、本発明をインクジェット式記録装置に使用される記録ヘッドに適用した例を示したが、本発明が適用される液体噴射ヘッドは、インクジェット式記録装置用のインクだけを対象にするものではなく、グルー、マニキュア、導電性液体（液体金属）等を噴射することができる。

#### 【0162】

##### 【発明の効果】

以上のように、本発明の微細穴の穿設加工方法によれば、第2工程で形成された平坦面を下側からダイスで支受しながらポンチで貫通穴を形成させることから、第3工程の貫通穴を形成させるときに、金属基板が安定し、ねらった位置に第3工程のポンチを落とすことができる。したがって、第1工程で形成された非貫通穴に第3工程のポンチが精度よく落とされ、精度の良い微細穴の加工を行なうことができる。また、第1工程の非貫通穴に対して第3工程のポンチを精度よく落とすことができることから、第1工程で形成される非貫通穴と第3工程のポンチの寸法との差を小さくすることが可能で、貫通穴の内周面に生じる段差を少なくする加工も可能となり、より高精度な微細穴を形成させることができる。しかも、第3工程においてダイスは平坦面で金属基板を支受するようになることから、平坦面のない盛上り部をダイスで支受するのに比べ、ダイスのエッジの磨耗や

損傷を大幅に低減でき、型寿命を大幅に延長することができる。

【0163】

また、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法によれば、精密部品である圧力発生室形成板の連通口を極めて高精度で加工することができる。また、連通口内面の平面精度を高くできることから、噴射される液体の流路抵抗が少なくなるなど、液体噴射ヘッドとしての特性も良好なものを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の微細穴の穿設加工方法の第1工程を示す断面図である。

【図2】

上記微細穴の穿設加工方法の第2工程を示す断面図である。

【図3】

上記微細穴の穿設加工方法の第3工程を示す断面図である。

【図4】

インクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図5】

インクジェット式記録ヘッドの断面図である。

【図6】

振動子ユニットを説明する図である。

【図7】

圧力発生室形成板の平面図である。

【図8】

圧力発生室形成板の説明図であり、(a)は図7におけるX部分の拡大図、(b)は(a)におけるA-A断面図、(c)は(a)におけるB-B断面図である。

【図9】

弾性板の平面図である。

【図10】

弾性板の説明図であり、(a)は図9におけるY部分の拡大図、(b)は(a)

) における C-C 断面図である。

【図 1 1】

溝状窪部の形成に用いる第 1 雄型を説明する図である。

【図 1 2】

溝状窪部の形成に用いる雌型を説明する図である。

【図 1 3】

溝状窪部を形成する工程を説明する模式図である。

【図 1 4】

連通口を形成する第 1 工程を説明する模式図である。

【図 1 5】

連通口を形成する第 2 工程を説明する模式図である。

【図 1 6】

連通口を形成する第 3 工程を説明する模式図である。

【図 1 7】

変形例のインクジェット式記録ヘッドを説明する断面図である。

【符号の説明】

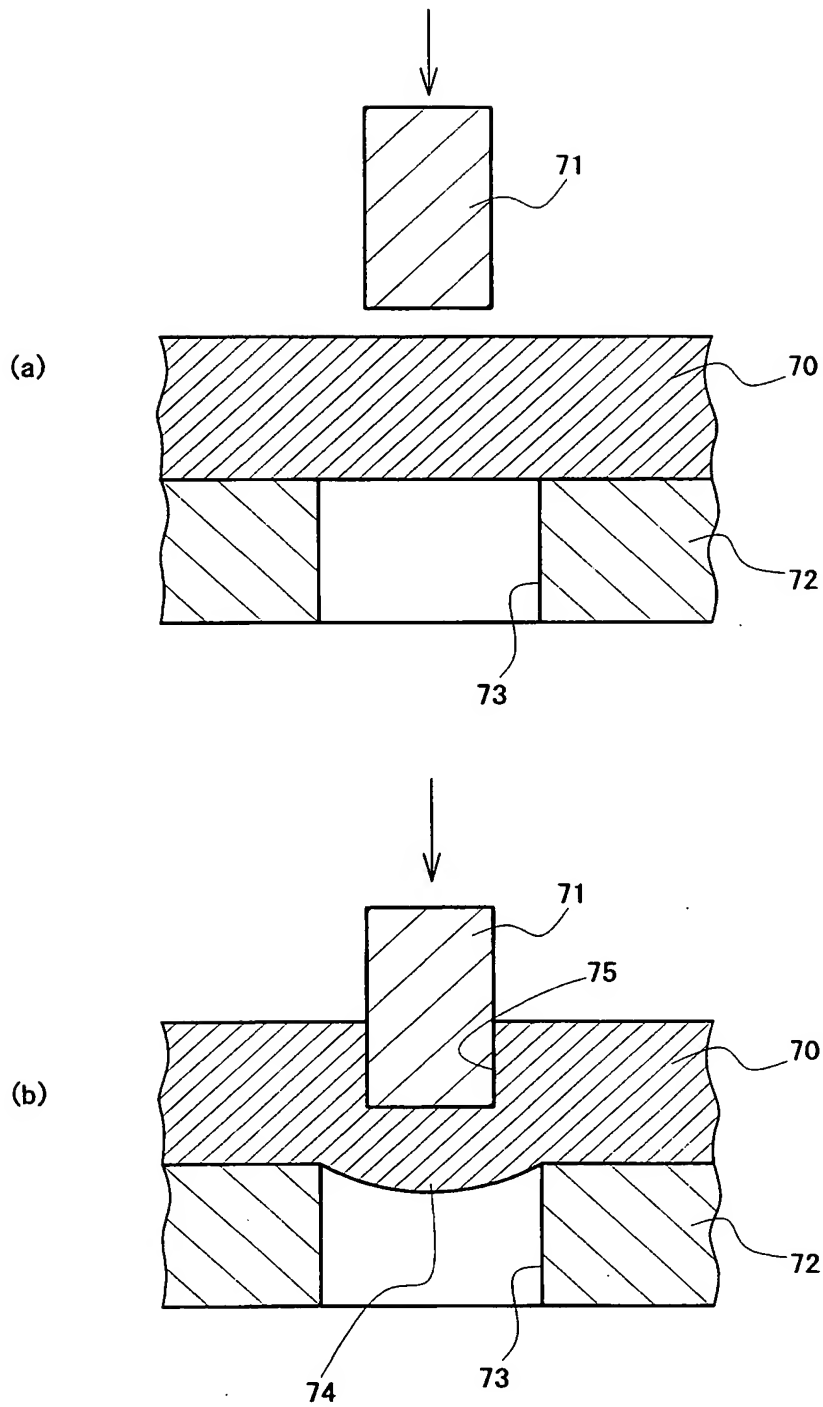
- 1 記録ヘッド
- 1' 記録ヘッド
- 2 ケース
- 3 振動子ユニット
- 4 流路ユニット
- 5 接続基板
- 6 供給針ユニット
- 7 圧電振動子群
- 8 固定板
- 9 フレキシブルケーブル
- 10 圧電振動子
- 10 a ダミー振動子
- 10 b 駆動振動子

- 1 1 制御用 I C
- 1 2 収納空部
- 1 3 インク供給路
- 1 4 共通インク室
- 1 5 先端凹部
- 1 6 接続口
- 1 7 コネクタ
- 1 8 針ホルダ
- 1 9 インク供給針
- 2 0 フィルタ
- 2 1 台座
- 2 2 インク排出口
- 2 3 パッキン
- 2 8 隔壁部
- 2 9 圧力発生室
- 3 0 圧力発生室形成板
- 3 1 ノズルプレート
- 3 2 弾性板
- 3 3 溝状窪部
- 3 4 連通口
- 3 5 逃げ凹部
- 3 6 ダミー窪部
- 3 7 第 1 連通口
- 3 8 第 2 連通口
- 3 9 ダミー連通口
- 4 0 第 1 ダミー連通口
- 4 1 第 2 ダミー連通口
- 4 2 支持板
- 4 3 弾性体膜

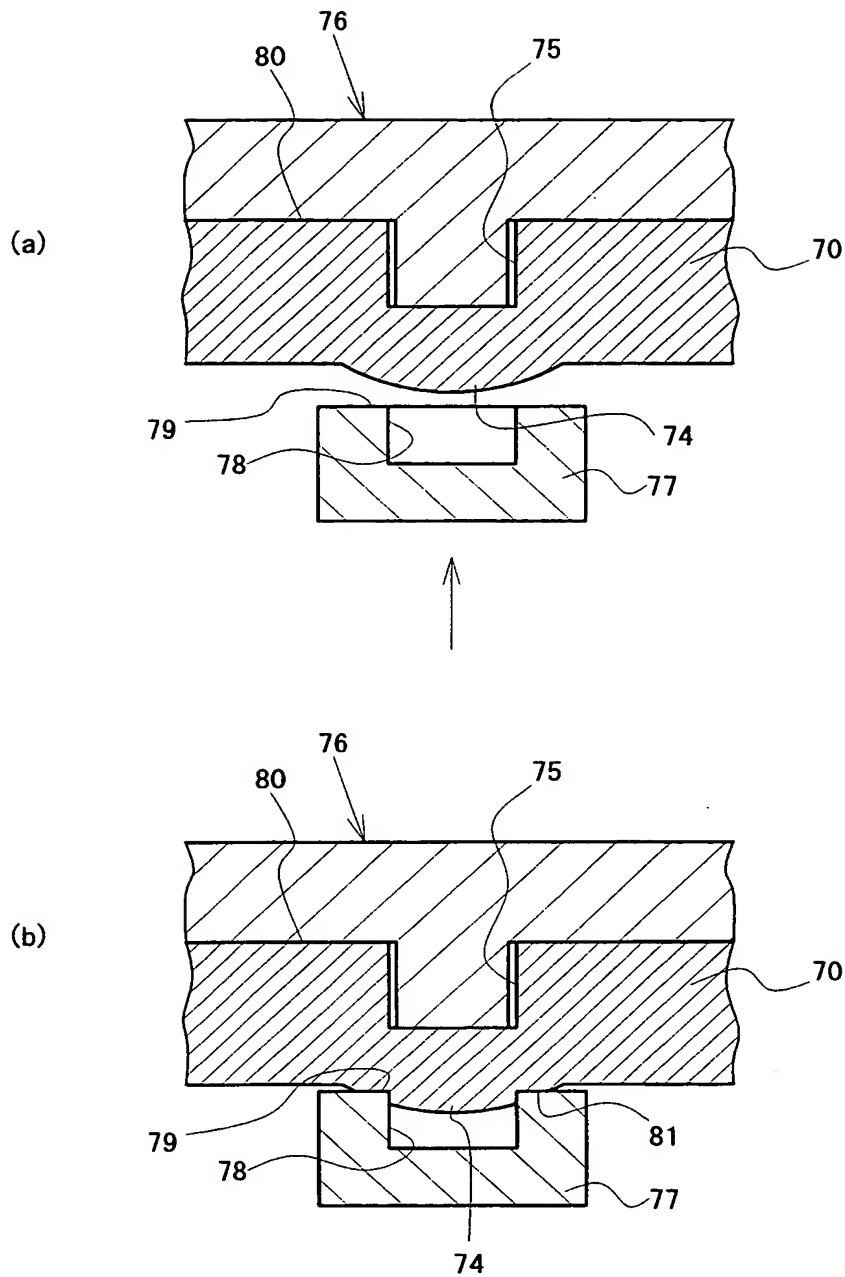
- 44 ダイヤフラム部
- 45 インク供給口
- 46 コンプライアンス部
- 47 島部
- 48 ノズル開口
- 51 第1雄型
- 52 雌型
- 53 突条部
- 53a 先端部分
- 54 筋状突起
- 55 帯板
- 61 発熱素子
- 62 封止基板
- 70 金属基板
- 71 第1ポンチ
- 72 第1ダイス
- 73 加工穴
- 74 盛上り部
- 75 非貫通穴
- 76 第2ポンチ
- 77 第2ダイス
- 78 加工穴
- 79 加工突条
- 80 上面
- 81 平坦面
- 82 第3ポンチ
- 83 第3ダイス
- 84 加工穴
- 85 貫通穴

【書類名】 図面

【図 1】

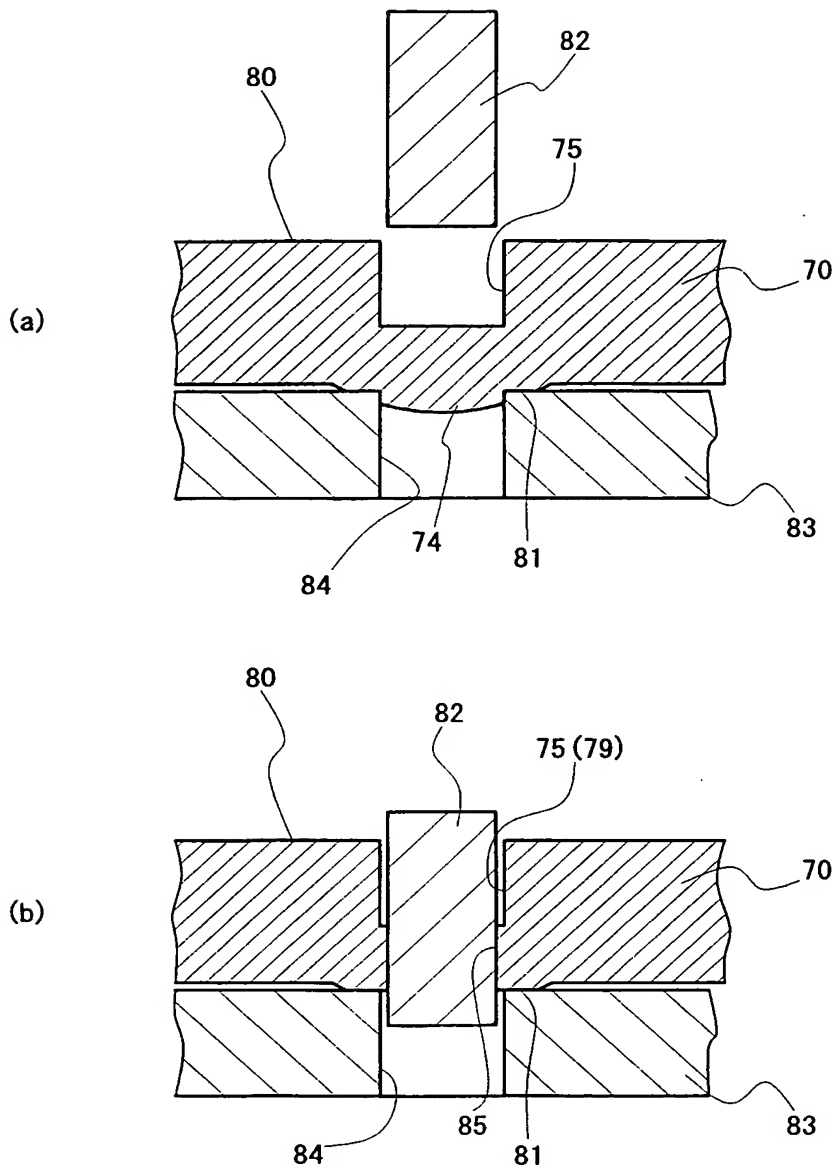


【図 2】

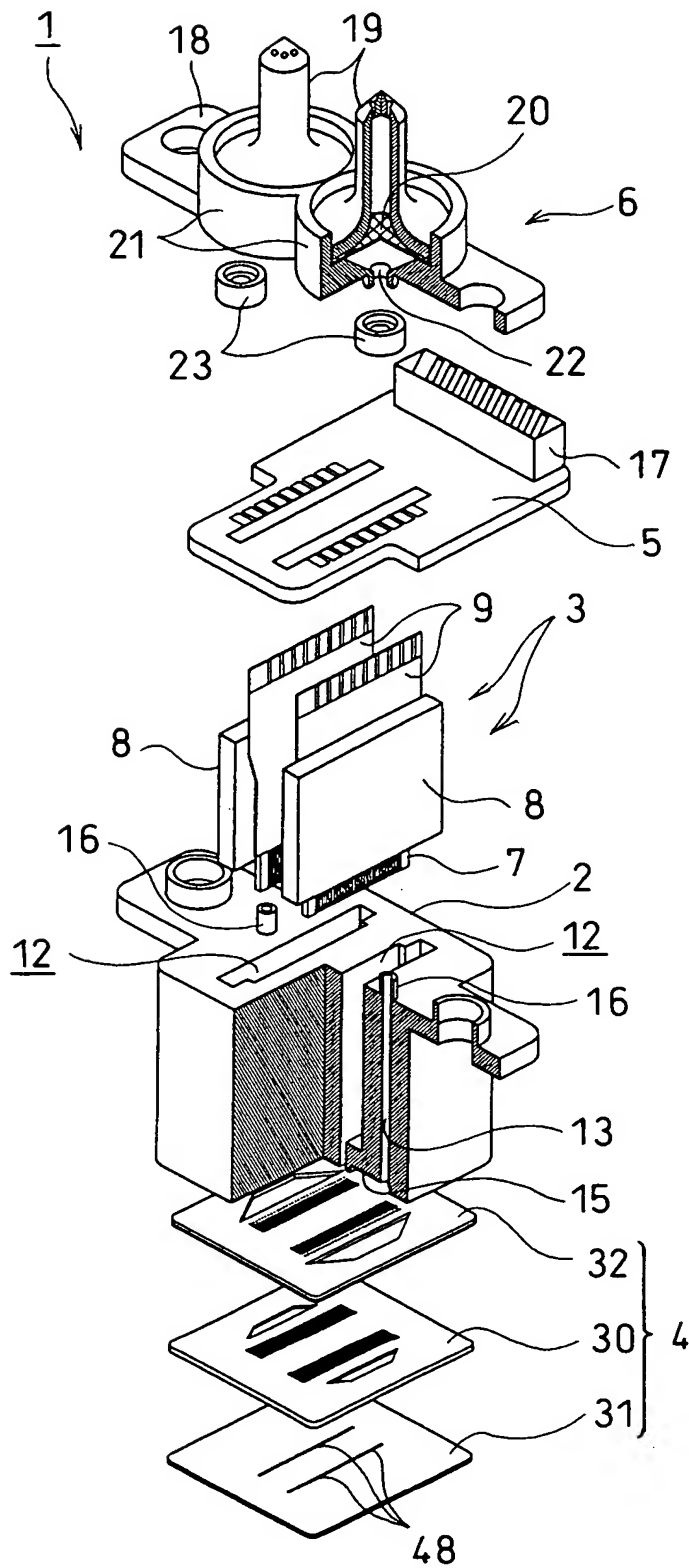




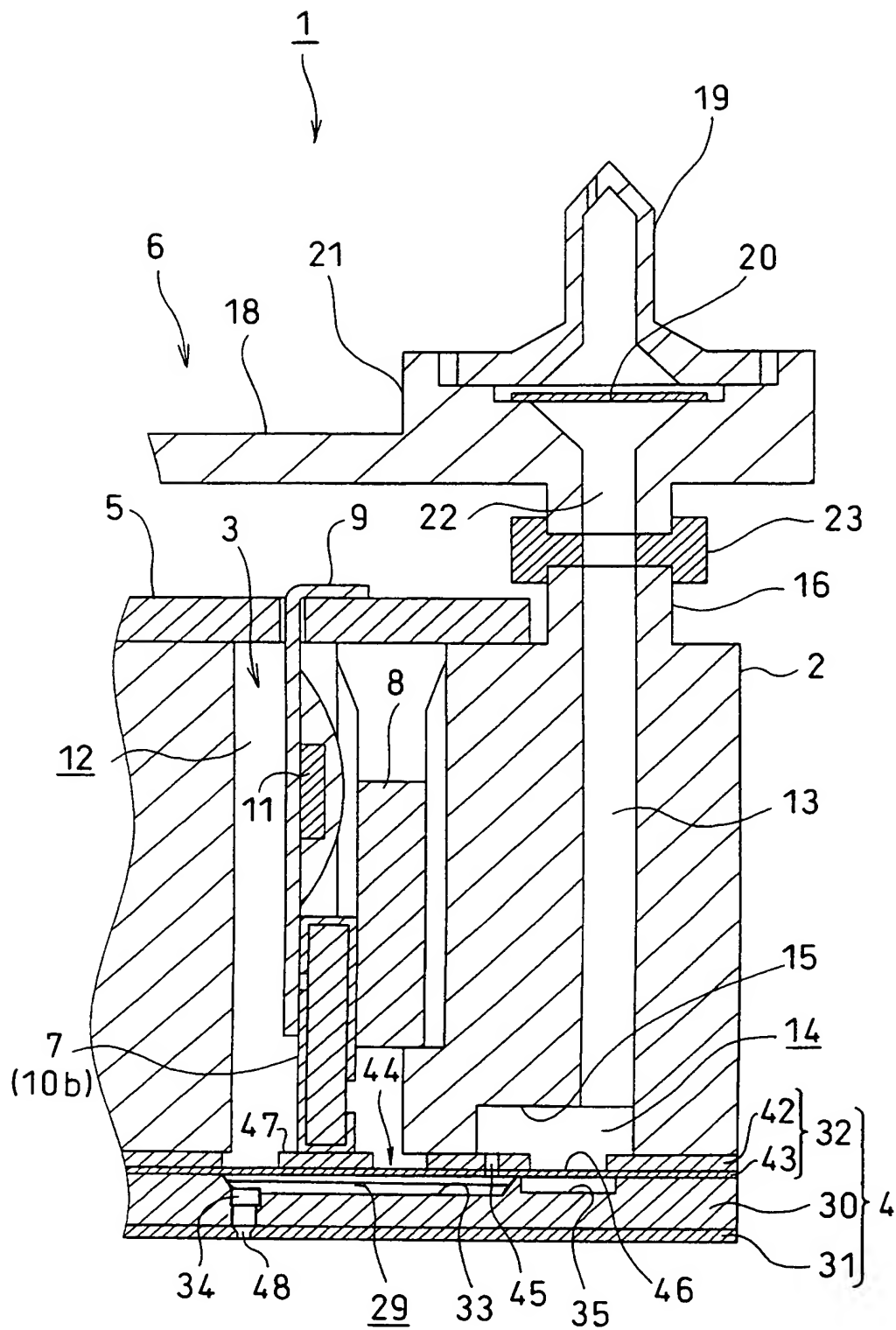
【図 3】



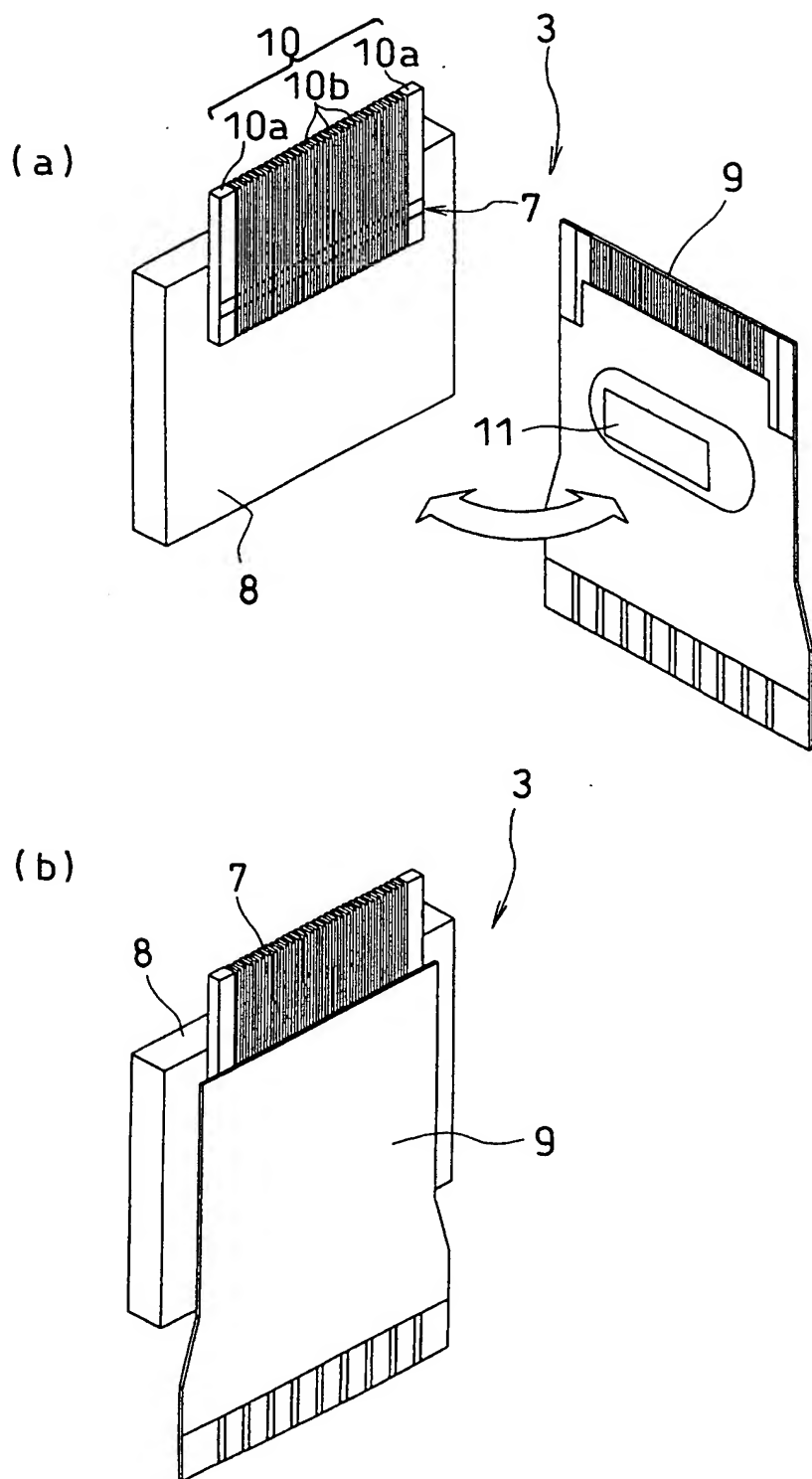
【図 4】



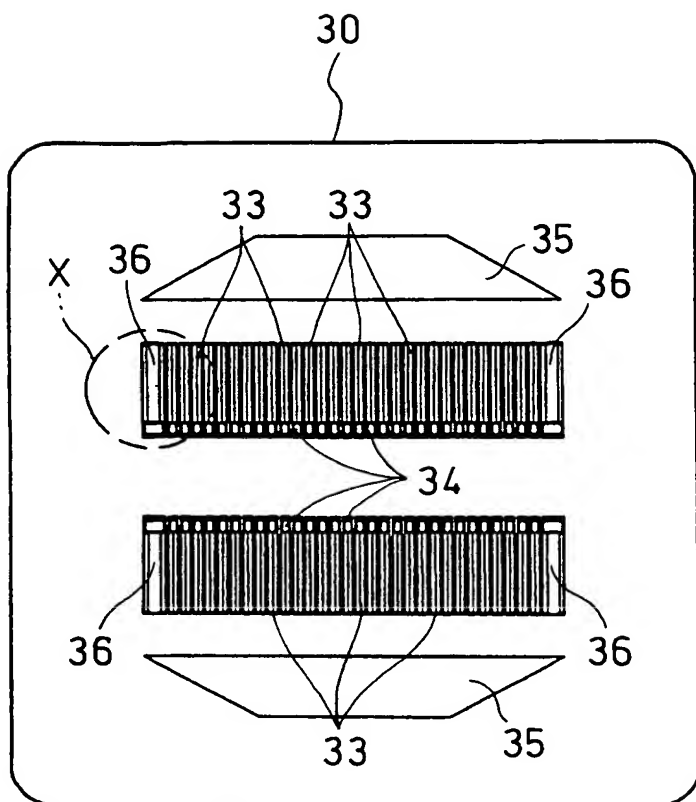
【図 5】



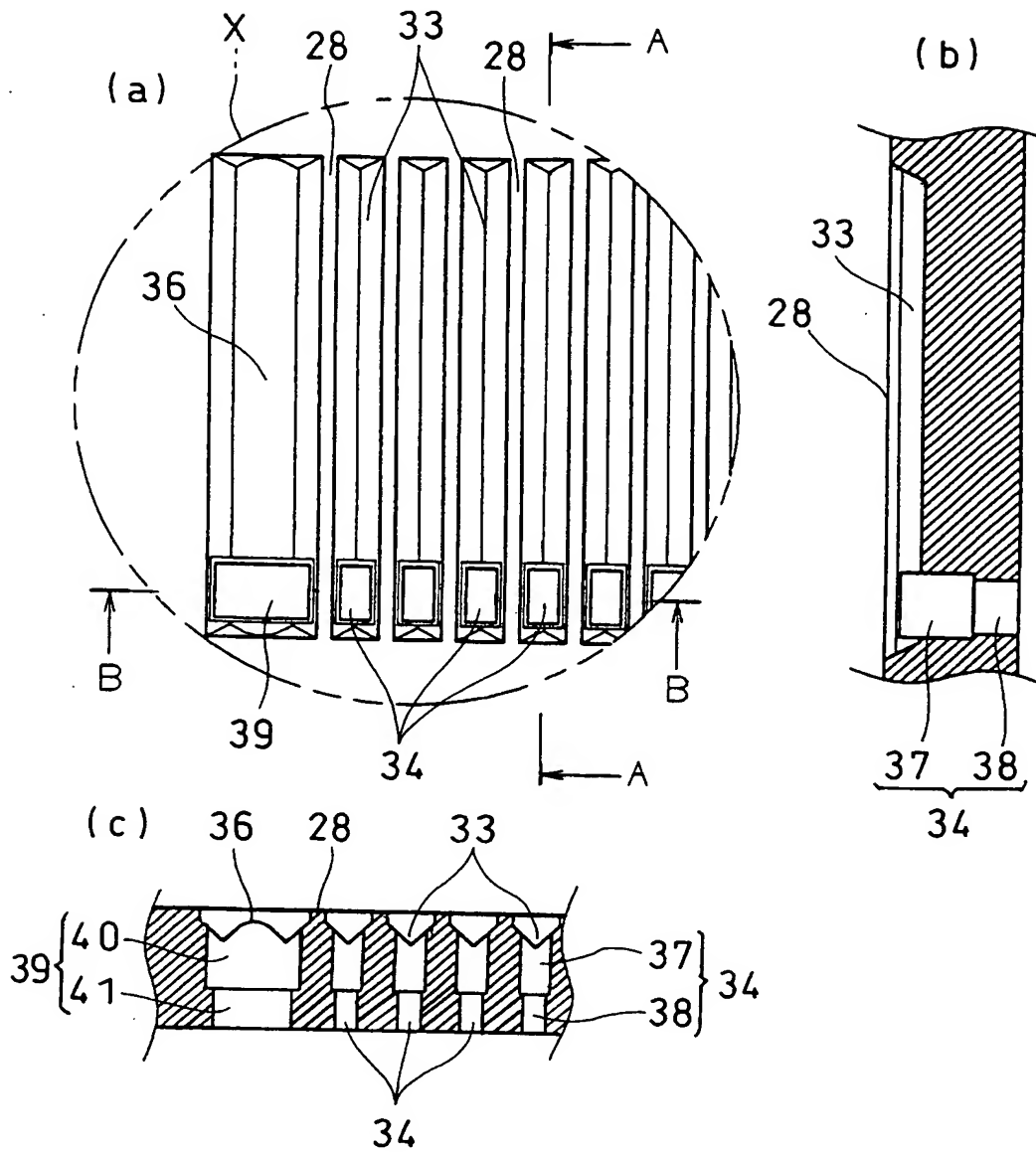
【図 6】



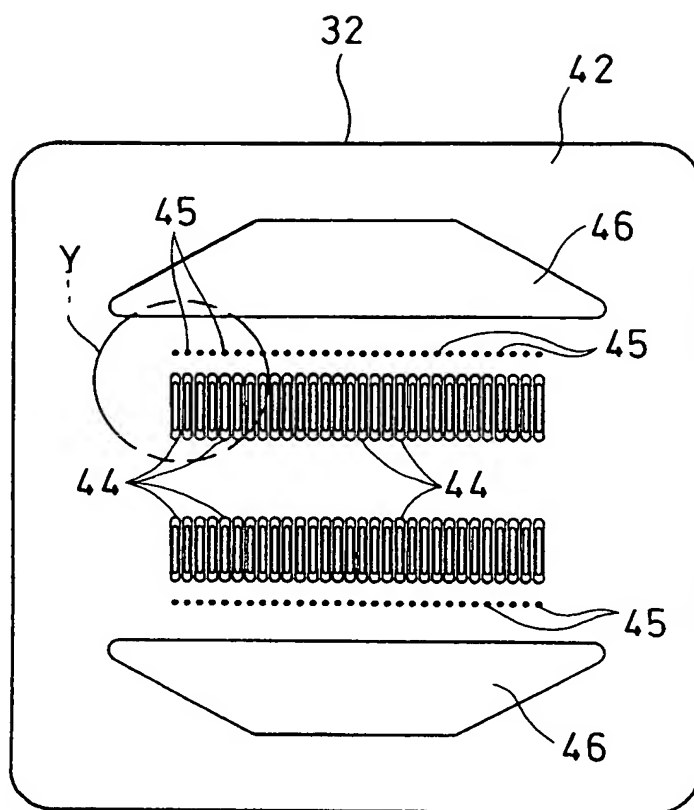
【図 7】



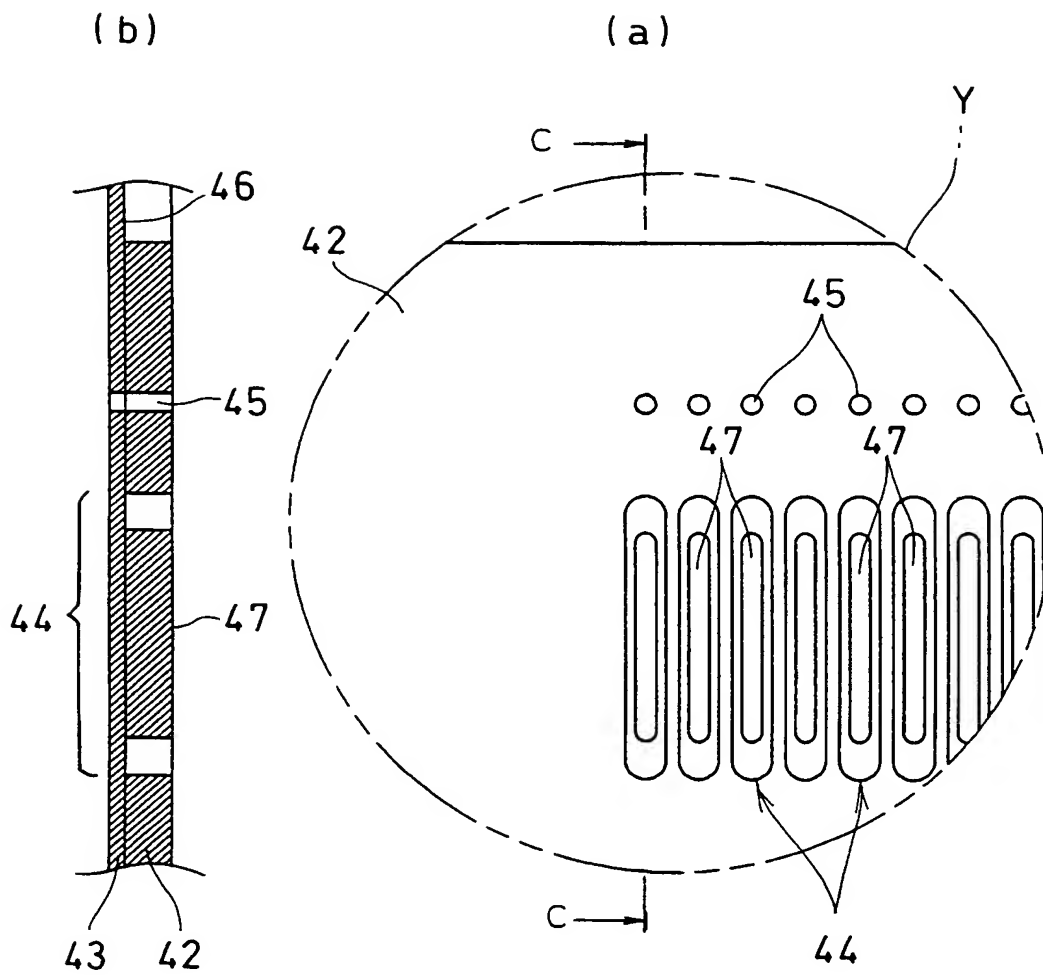
【図 8】、



【図 9】、

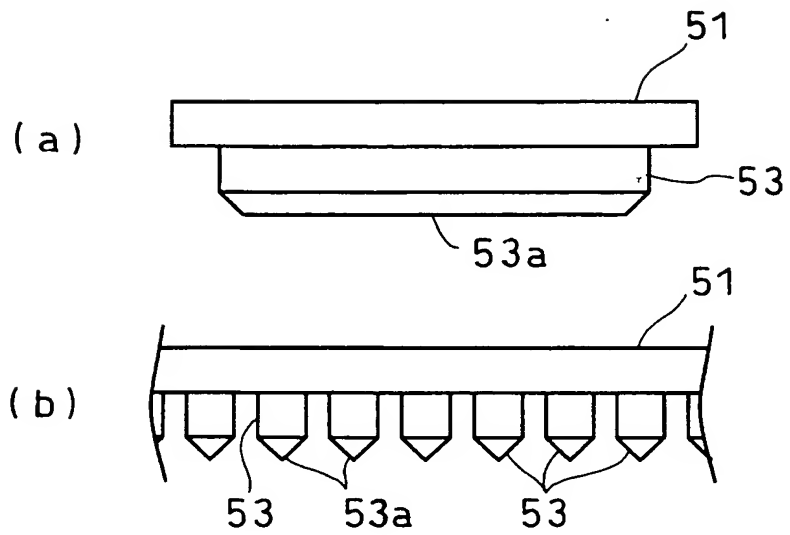


【図 10】

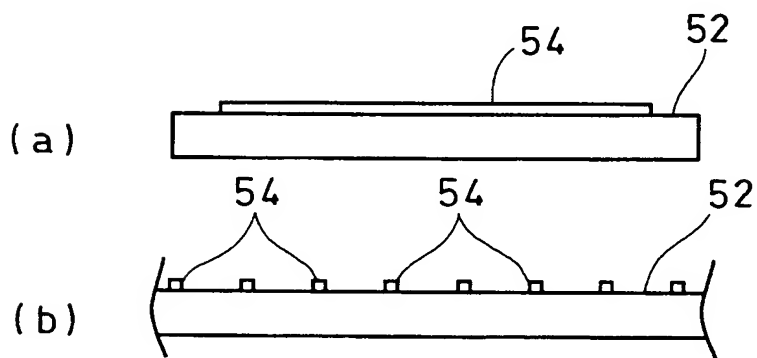




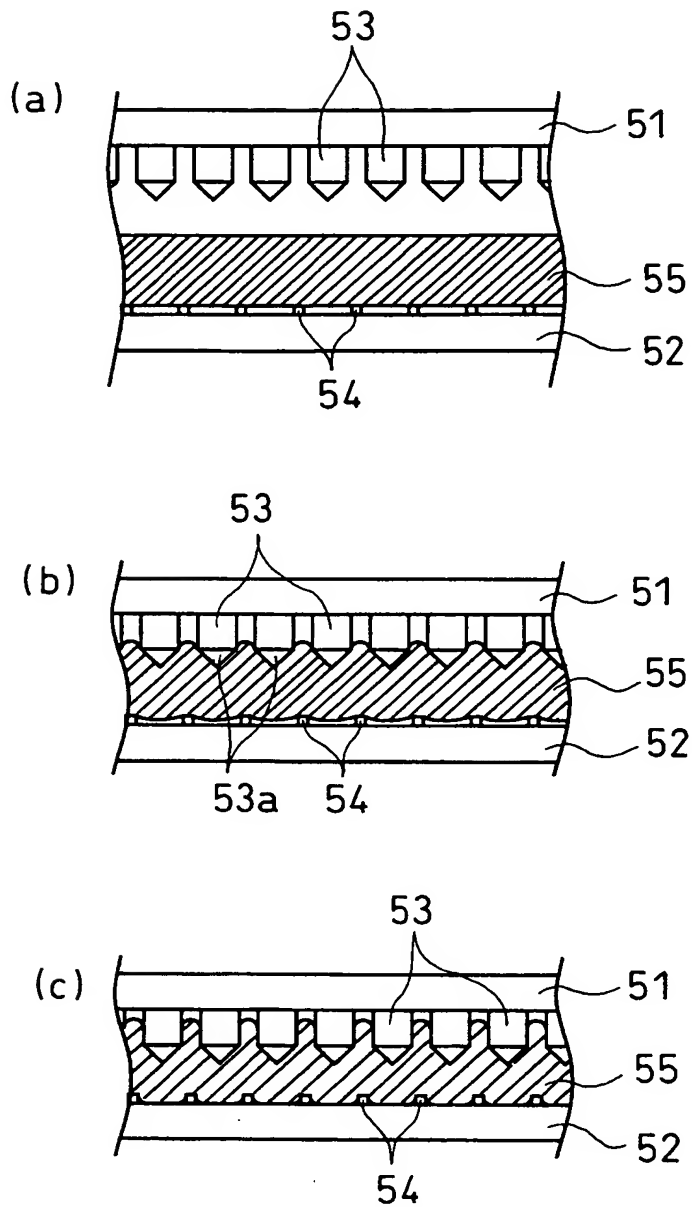
【図 11】



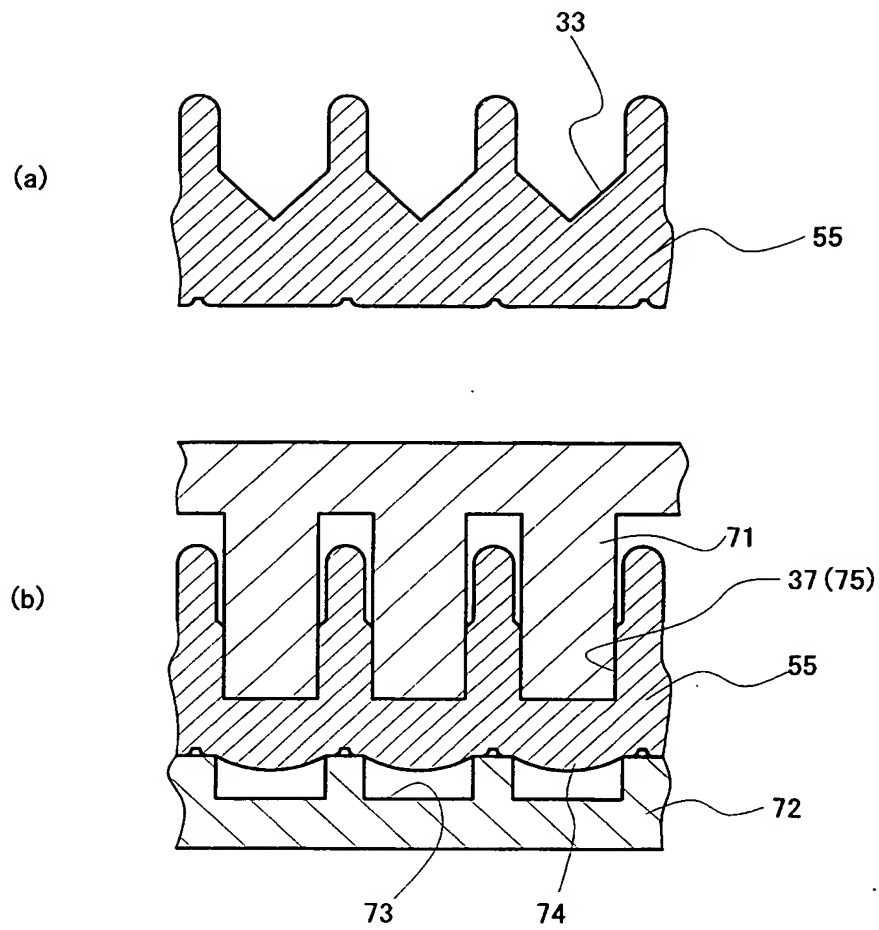
【図 12】



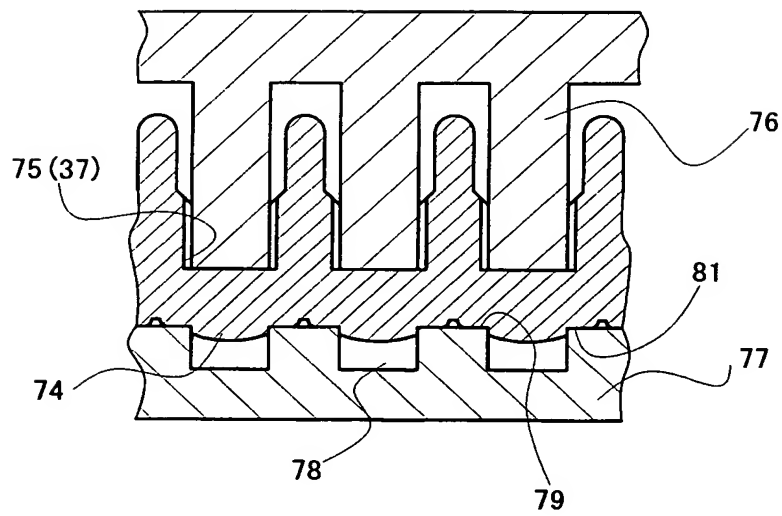
【図 13】



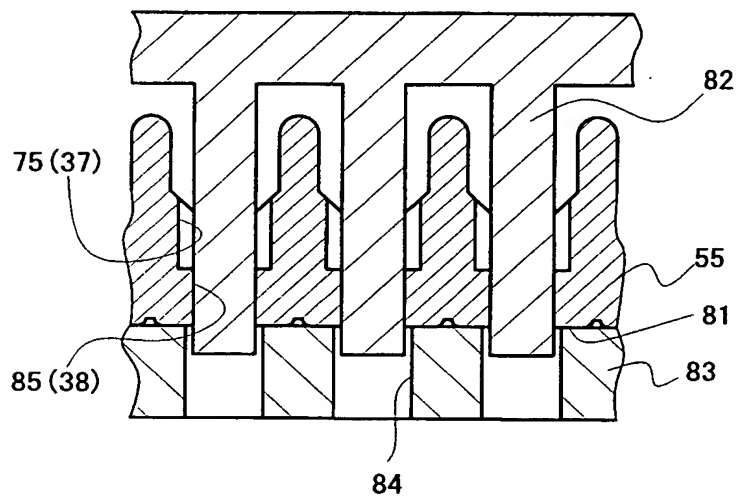
【図14】



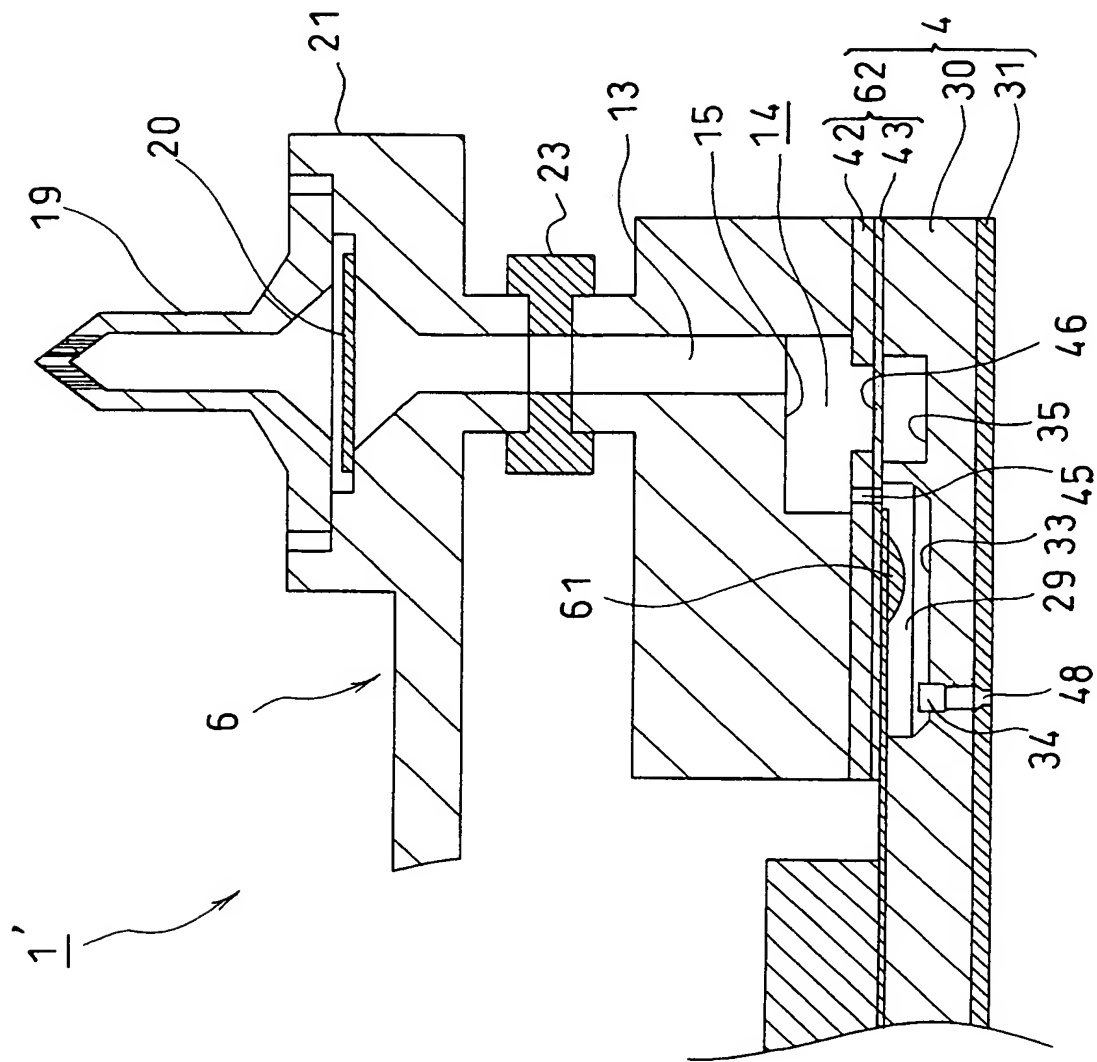
【図 15】



【図 16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 塑性加工により微細穴を精度よく形成することができる微細穴の穿設加工方法を提供する。

【解決手段】 上型と下型を用いて金属基板 70 に微細穴を穿設加工する方法であって、第 1 ポンチ 71 により金属基板 70 に非貫通穴 75 を形成する第 1 工程と、上記第 1 工程により金属基板 70 下側面の非貫通穴 75 に対応する箇所形成された盛り部 74 に対して第 2 ダイス 77 により平坦面 81 を形成させる第 2 工程と、上記平坦面 81 を第 3 ダイス 83 で支受しながら上記非貫通穴 75 に第 3 ポンチ 82 を落とすことにより貫通穴 85 を形成する第 3 工程とを備えたことにより、第 3 工程の貫通穴 85 を形成させるときに、金属基板 70 が安定し、精度の良い微細穴の加工を行なうことができ、型寿命も延長できる。

【選択図】 図 5

## 認定・付加情報

特許出願の番号 特願 2003-203106  
受付番号 50301254643  
書類名 特許願  
担当官 第二担当上席 0091  
作成日 平成15年 8月 1日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】 000002369  
【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

## 【代理人】

申請人

【識別番号】 100095728  
【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社 知的財産本部内  
【氏名又は名称】 上柳 雅誉

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100107076  
【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社 知的財産本部内  
【氏名又は名称】 藤綱 英吉

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100107261  
【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社 知的財産本部内  
【氏名又は名称】 須澤 修

特願 2003-203106

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000002369]

1. 変更年月日

1990年 8月20日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

氏 名

セイコーエプソン株式会社